inv # 326133 #α 4002631
9/2000
FII

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE;

Par M. l'Abbé NOLLET, de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres, de l'Inſtitut de Bologne, &c. Maître de Phyſique & d'Hiſtoire Naturelle des Enfants de France, & Profeſſeur Royal de Phyſique Expérimentale au College de Navarre.

TOME SIXIEME.

SEPTIEME EDITION.

A PARIS,

Du fonds de H. L. GUERIN & L. F. DELATOUR,

Chez DURAND, Neveu, Libraire, rue S. Jacques, à la Sageſſe.

M. DCC. LXXI. [1771]

Avec Approbation & Privilege du Roi.

AXA 210:(1771)

[illegible]

PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE;

Par M. l'Abbé NOLLET, de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, &c. Maître de Physique & d'Histoire Naturelle des Enfans de France, & Professeur Royal de Physique expérimentale au Collége de Navarre.

TOME SIXIÈME.

SEPTIÈME ÉDITION.

A PARIS,
De l'Imprimerie de H. L. Guerin, & L. F. Delatour.
Chez Durand, Neveu, Libraire, rue S. Jacques, à la Sageſſe.

M. DCC. LXXI.
Avec Approbation & Privilége du Roi.

AVIS AU RELIEUR.

Les Planches doivent être placées de maniere qu'en s'ouvrant elles puiſſent ſortir entiérement du Livre, & ſe voir à d oite dans l'ordre qui ſuit.

TOME SIXIEME.

	Pages.	*Planches.*
XVIII. LEÇON.	8	1
	12	2
	44	3
	62	4
	74	5
	96	6
	144	7
XIX. LEÇON.	176	1
	184	2
	194	3
	210	4
	228	5
XX. LEÇON.	250	1
	310	2
	338	3
	348	4
	382	5
XXI. Leçon.	466	1
	484	2
	402	3

EXTRAIT DES REGISTRES de l'Académie Royale des Sciences.

Du 18. Janvier 1764.

MOnſieur BEZOUT & moi, qui avions été nommés pour examiner *le ſixieme Volume des Leçons de Phyſique Expérimentale* de M. l'Abbé NOLLET, en ayant fait notre rapport, l'Académie, a jugé cet Ouvrage digne de l'impreſſion : en foi de quoi j'ai ſigné le préſent Certificat. A Paris, ce 18 Janvier 1764.

GRANDJEAN DE FOUCHY, Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.

On trouvera le Privilége dans les Volumes précédents.

LEÇONS

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

XVIII. LEÇON.

Sur les mouvements des Aſtres & ſur les Phénomenes qui en réſultent.

XVIII. Leçon.

APRÈS avoir traité de la lumiere dans les deux dernieres Leçons, il convient de donner dans celle-ci une idée des corps céleſtes qui en ſont comme la ſource principale, & de faire connoître les diverſes révolutions, ſoit réelles, ſoit apparentes, qui nous les montrent ſucceſſivement ſous différentes phaſes, & en diffé-

XVIII. Leçon.

rents lieux du Ciel. Rien aſſurément n'eſt plus digne de notre curioſité que ce brillant ſpectacle, que la nature fait éclater nuit & jour à nos yeux ; il eſt ſi beau, il eſt ſi magnifique, & le globe que nous habitons en eſt une ſi petite partie, qu'en y réfléchiſſant, un homme modeſte n'oſeroit croire qu'un ſi grand appareil ait été fait uniquement pour lui & pour ceux de ſon eſpece.

Quel dut être l'étonnement de la créature raiſonnable qui appercut pour la premiere fois tant de merveilles autour d'elle ! Avec quel intérêt, avec quelle attention les premiers habitants de la terre ne dûrent-ils pas remarquer la variété de tous ces grands luminaires, leurs diſparitions, leurs retours, l'accroiſſement & la diminution ſucceſſives des uns, la ſplendeur conſtante & inaltérable des autres ! Faut-il s'étonner que l'Aſtronomie ſoit auſſi ancienne que le monde; que nous devions les premiers éléments de cette ſcience à des gens groſſiers, & qui n'avoient probablement pour toute diſpoſition à cette étude, que beaucoup de loiſir, &

la néceſſité de paſſer la nuit dans les champs? (a)

XVIII. Leçon.

La curioſité ſeule auroit fait ſans doute des Aſtronomes : mais l'inſpection des aſtres & la connoiſſance de leurs mouvements offroient aux hommes un avantage précieux, qu'ils ne pouvoient avoir autrement; elles leur offroient un moyen commode de meſurer la durée de leur vie & celle de tout ce qui ſe paſſe dans la nature ; les heures, les jours, les mois, les années, les ſiecles, &c, ne ſont autre choſe que des portions de temps indiquées, meſurées par les révolutions périodiques du ſoleil, de la lune, des étoiles, &c ; ſans cela tous ces mouvements artificiels que nous nommons *Horloges*, ne nous ſeroient preſque d'aucune utilité, parce que n'étant juſtes que par imitation, ils ne le ſeroient plus, s'ils n'avoient point de modeles.

(*a*) On croit communément que ce furent les bergers de Chaldée, qui commencerent à obſerver le Ciel avec méthode ; ils y furent invités par la beauté de l'objet ; & la néceſſité de veiller à leurs troupeaux parqués pendant la nuit, leur en offrit l'occaſion & le loiſir.

XVIII. LEÇON.

Enfin la grandeur majeſtueuſe du firmament, la magnificence & l'harmonie qui regnent dans toutes ſes parties, ſont autant de prodiges qui nous rappellent ſans ceſſe la profonde ſageſſe & la toute-puiſſance du Créateur, & qui nous invitent à le reconnoître & à le glorifier : *Cœli enarrant gloriam Dei, &c.*

Ce n'eſt point un Traité d'Aſtronomie que j'entreprends de donner ici : nous en avons qui ſont écrits en François & de main de maîtres [a]; j'y renvoye ceux qui ſe deſtinent à être Aſtronomes de profeſſion, ou qui voudroient s'inſtruire plus amplement de ce qui concerne le Ciel, & apprendre les différentes méthodes, par leſquelles on acquiert & l'on perfectionne cette ſcience : je n'ai en vue pour le préſent que les perſonnes du monde à qui il convient de ſavoir ce qu'il y a de plus commun

(a) Elémens d'Aſtronomie, par feu M. de Caſſini. 1740.

Inſtitutions Aſtronomiques, par M. Lemonier. 1746.

Leçons élémentaires d'Aſtronomie, par feu M. de la Caille. 1761.

& de plus intéreſſant dans cette matiere, & qui n'ont pas le loiſir ou la commodité de puiſer ces connoiſſances dans les ſources.

Je ſuppoſerai cependant que l'on connoît les principaux cercles de la ſphere céleſte, leur correſpondance avec ceux qu'on a imaginés pour diviſer la ſurface de la terre, les dégrés de longitude & de latitude, &c, parce que ce ſont autant de connoiſſances qu'on ne manque gueres de faire entrer dans la premiere éducation, & que l'on trouve dans tous les traités les plus élémentaires de Géographie.

Syſtême aſtronomique.

ATTRIBUER aux corps céleſtes, des grandeurs, des poſitions, des diſtances, des mouvements tels qu'on en puiſſe tirer une explication plauſible de tous les changements périodiques qu'on obſerve dans le Ciel, voilà ce qu'on appelle faire un ſyſtême Aſtronomique : il eſt à préſumer que les premiers Obſervateurs ont été tentés d'en faire, & qu'on en a fait beaucoup avant que d'en trouver un qui pût s'accorder paſſablement avec les obſervations, &

XVIII. LEÇON.

avec les idées que les Phyſiciens avoient conçues des reſſorts de la nature ; & comme par ſucceſſion de temps les uns & les autres ont acquis de nouvelles connoiſſances, tel ſyſtême Aſtronomique avoit pu paroître d'abord très-heureuſement imaginé, qui par la ſuite s'eſt trouvé fort défectueux, ſoit parce qu'il ne quadroit plus avec les nouveautés qu'on découvroit de jour en jour, ſoit parce qu'il ſuppoſoit des choſes dont on avoit reconnu l'impoſſibilité.

Tel fut, par exemple, celui qu'on attribue à Ptolémée (a), qui prenant toutes les apparences pour des réalités, faiſoit tourner les Cieux en 24 heures autour de la terre, mouvement dont la rapidité à paru preſqu'inconcevable & hors de vraiſemblance quand les diſtances des Aſtres à la terre ont été mieux connues. (b)

(*a*) Célebre Mathématicien du deuxieme ſiecle qui vivoit en Egypte.

(*b*) Un corps qui tourne réellement autour d'un centre fait, par chaque révolution, un trajet dont l'étendue égale plus de ſix fois celui qu'il auroit à faire, pour aller directement au centre de ſa circulation ; d'où il ſuit que ſi la

Je regarde comme une choſe inutile de rappeller ici les hypotheſes de cette eſpece, qui ſont tombées en diſcrédit, & de rapporter les raiſons qui les ont fait rejetter : je m'arrêterai tout d'un coup à celle qui convient le mieux à mon deſſein, & qui eſt généralement reçue aujourd'hui. Je ſuivrai la doctrine de Copernic ([a]) perfectionnée par Kepler & par les Aſtronomes de nos jours ; & pour la rendre plus ſenſible, & repréſenter plus aiſément les différents mouvements qu'on attribue aux

diſtance du corps *A* au point *C*, (*Fig.* 1) eſt grande, & que la durée de la révolution entiere ſoit petite, comme cela eſt pour la plupart des Aſtres, la circonférence *A B D*, qu'il a à décrire, exige de lui qu'il ſe meuve avec une rapidité exceſſive & peu naturelle, qu'on ne doit point ſuppoſer quand on peut s'en paſſer.

(*a*) Grand Mathématicien né à Thorn dans la Pruſſe Royale ſur la fin du quinzieme ſiecle. Il n'eſt pas le premier inventeur du ſyſtême qu'il a publié : fort long-temps avant lui on avoit penſé à faire tourner toutes les planetes autour du Soleil ; mais il a perfectionné ces idées ; & après lui Kepler, autre Aſtronome Allemand ; & Galilée, Philoſophe Italien, y ont fait encore beaucoup d'améliorations.

XVIII. LEÇON.

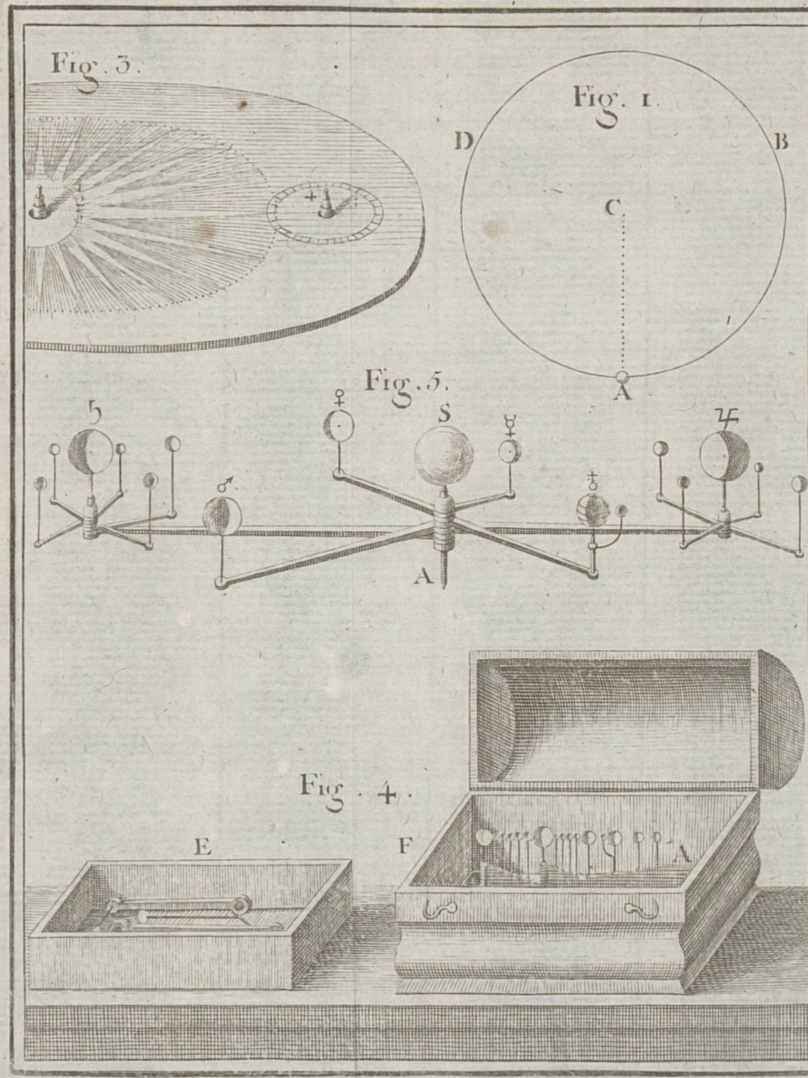
corps céleſtes, je ferai uſage d'un inſtrument que je nomme *Planétaire* & que j'ai imité des *Orreries* (a) des Anglois : c'eſt une eſpece de tambour à douzes faces ou côtés (*Fig.* 2.) dans l'intérieur duquel eſt un aſſemblage de roues & de poulies, que l'on met en jeu par le moyen d'une manivelle.

Planétaire ou Orrerie.

Le deſſus de ce tambour eſt une platine de métal ordinairement peinte en bleu ; elle eſt mobile ſur ſon centre, qui eſt traverſé par une tige d'acier forée, longue d'un pouce & demi ou environ, & revêtue de deux canons de cuivre, l'un plus court que l'autre.

Ces deux canons qui tournent librement l'un dans l'autre & ſur la tige d'acier, reçoivent ſucceſſivement différentes pieces qui ſont miſes en mouvement par le rouage mentionné ci-deſſus.

(*a*) Le feu Docteur Deſaguilliers qui faiſoit conſtruire de ces inſtruments pour les amateurs, m'a dit qu'il les nommoit ainſi, parce que Milord Orreri, ſeigneur Anglois, qui avoit du goût pour l'Aſtronomie, étoit un des premiers qui en eût fait faire, & qui les avoit mis en vogue.



Gobin del. et Sculp.

Vers le bord de la grande platine eſt un cercle diviſé en autant de parties qu'il y a de jours au mois de la Lune, & au centre duquel paſſe encore une tige d'acier autour de laquelle ſe meut librement un canon de cuivre. La tige & le canon reçoivent certaines pieces dont nous parlerons par la ſuite, & leur communiquent des mouvements, quand on fait tourner la platine. Voyez la *Figure* 3. qui repréſente 1, la tige d'acier forée au centre de la platine bleue : 2, le canon qui recouvre immédiatement cette tige: 3, le canon extérieur : 4, la tige qui eſt au centre du cercle lunaire : 5, le canon qui recouvre environ la moitié de la longueur de cette tige.

La platine bleue tourne horizontalement dans un grand cercle qui forme le bord du tambour ; ce cercle a un pouce $\frac{1}{2}$ de largeur, & porte deux diviſions, l'une de 360 parties avec les 12 ſignes du Zodiaque, & l'autre de 365 parties avec les 12 mois de l'année.

Ce premier cercle eſt ſurmonté de deux autres tout-à-fait ſemblables &

XVIII. LEÇON.

élevés parallélement au-deſſus de lui à la diſtance de 8 degrés chacun, pour comprendre toute la largeur de cette Zone du Ciel étoilé, qu'on nomme le *Zodiaque*, celui du milieu repréſentant *l'Ecliptique*.

Les trois cercles ſont percés d'un trou rond chacun au ſigne du Bélier, & c'eſt par-là qu'on fait deſcendre la tige de la manivelle ſur un quarré qui déborde un peu le plan du ſecond cercle, pour faire tourner la grande platine.

Quand on veut faire tourner les canons 2 & 3 qui ſont au centre, avec les pieces dont ils ſont chargés, on fait entrer la tige de la manivelle dans un trou pratiqué à celui des côtés du tambour où eſt peint le ſigne du Bélier, & quand on a pris la précaution de faire répondre une marque * qui eſt au bord de la platine bleue juſtement à une pareille marque qui eſt au bord intérieur du premier grand cercle, la tige de la manivelle entre ſur un quarré qui ſe préſente à elle, & par lequel elle mene le rouage,

Toutes les pieces qui dépendent

de cette machine ſont renfermées dans un coffret *E*, *F* (*Figure* 4.) & diſtinguées par des lettres : nous les ferons connoître à meſure que nous aurons occaſion de les mettre en uſage.

Dans cette machine, comme dans toutes celles qui ont été faites juſqu'à préſent pour repréſenter les mouvements des corps céleſtes, il n'a pas été poſſible d'obſerver les proportions de grandeurs ni de diſtances ; pour y ſuppléer en quelque façon, j'ai fait peindre les planetes principales & le ſoleil ſur la grande platine, avec leurs grandeurs relatives ; & les ſatellites de Jupiter & de Saturne, avec leurs orbites proportionnées.

Je ne puis m'empêcher de remarquer ici que le planétaire dont je fais uſage a un avantage très-conſidérable ſur les Spheres mouvantes qu'on a faites en France & ailleurs depuis 50 ou 60 ans. Dans celles-ci, on s'eſt piqué de repréſenter tout à la fois, & de faire voir d'un coup d'œil tout le ſyſtême céleſte en mouvement. C'eſt une choſe agréable &

XVIII. LEÇON.

curieuſe pour quiconque l'entend & le connoît déja : mais un inſtrument qui exécute en particulier chaque eſpece de mouvement & de révolution, & qui ne met ſous les yeux du ſpectateur, que ce qu'on a deſſein de lui faire comprendre, me ſemble plus utile, pour rendre ſenſibles les premiers principes d'Aſtronomie à ceux qui n'en ont encore aucune notion, & qui ont peine à les ſaiſir quand leur attention ſe trouve partagée : c'eſt préciſément ce que l'on trouve dans celui-ci, & l'expérience de 30 années m'a prouvé que cet avantage eſt réel.

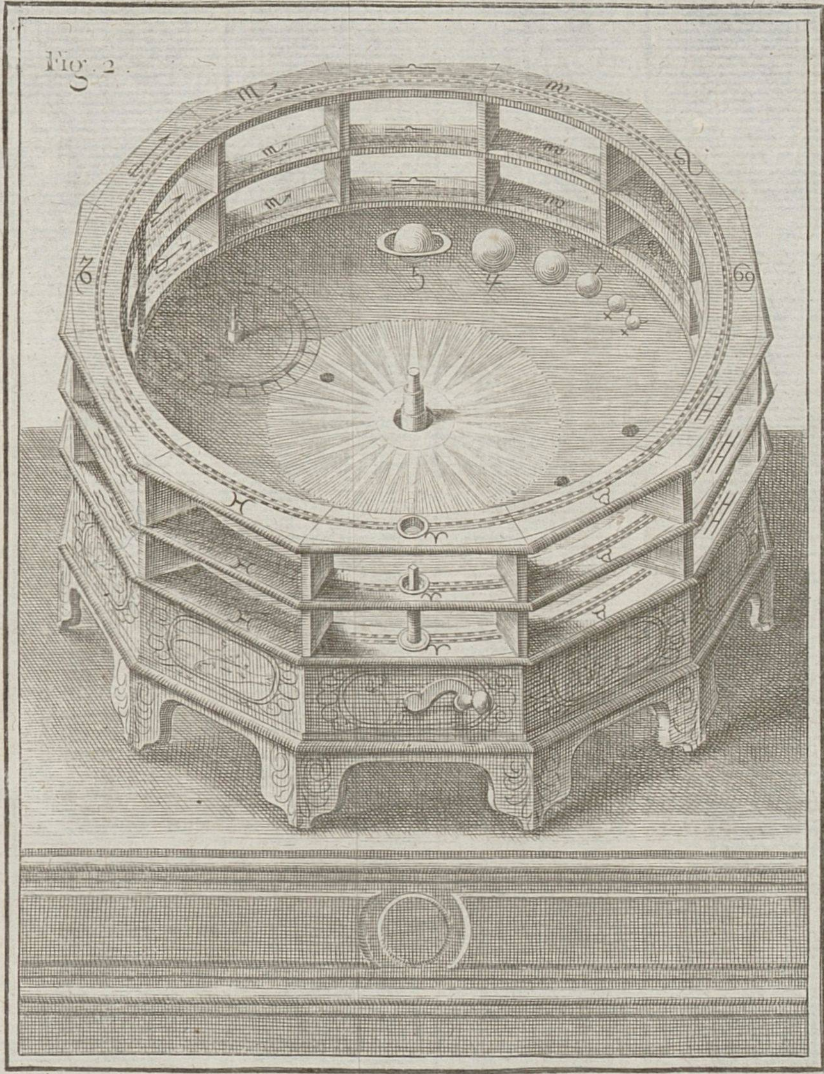
I. SECTION.

Dans laquelle on donne une idée générale des Phénomenes céleſtes, ſelon le ſyſtême de Copernic.

PREMIERE OPERATION.

AYANT placé le Planétaire ſur une table dans un lieu éclairé, prenez dans le coffret la piece *A*,

Fig. 2.



Gobin del. et Sculp.

qui eſt repréſentée ſéparément par la *Figure* 5 ; faites entrer ſa tige de fer dans la broche forée qui eſt au centre de la platine bleue ; dirigez toutes les branches vers différentes parties du Zodiaque, & tournez les boules de façon que tous les hémiſpheres blancs regardent la boule dorée qui eſt au centre.

Imaginez alors que vous avez ſous les yeux une coupe diamétrale de notre Univers ; que de tout le Ciel des étoiles, on n'a réſervé, que cette bande qu'on nomme le *Zodiaque*, le reſte des deux hémiſpheres étant ſupprimé ; que le Soleil repréſenté par la boule dorée *S*, occupe le centre de ce vaſte eſpace ; qu'autour de lui & à différentes diſtances, tournent toutes les planetes : ſavoir, Mercure, Vénus, la Terre, la Lune, Mars ; Jupiter & Saturne avec leurs Satellites.

Vour reconnoîtrez ces Planetes à leurs caracteres, & vous imiterez leurs différentes révolutions en faiſant tourner avec la main les branches de cuivre qui les portent ; de ſorte que ſi elles laiſſoient des traces

XVIII. LEÇON.

de leur mouvement, vous auriez ſix cercles concentriques autour de la boule dorée, 1 autour de la terre, 4 autour de Jupiter & 5 autour de Saturne. Voyez la *Fig.* 6. [a]

APPLICATIONS.

CETTE repréſentation, toute imparfaite qu'elle eſt, aidera beaucoup une perſonne qui n'eſt point initiée, à comprendre ce que nous avons à dire de la nature, du nombre, de la figure, de la grandeur, des phaſes, des poſitions reſpectives, des mouvements de tous les corps céleſtes.

Nous devons diſtinguer deux ſortes d'aſtres : les uns lumineux par eux-mêmes brillent de toutes parts & illuminent tout ce qui les environne, juſqu'à une certaine diſtance; tel eſt le Soleil, telles ſont les Etoiles qu'on appelle *fixes*. Les autres

(*a*) Ceci ne doit être pris que comme une eſquiſſe groſſiere; nous verrons par la ſuite que les révolutions des Planetes ne ſe font point dans des cercles concentriques, pas même dans des cercles.

ſont des corps opaques, comme la terre que nous habitons, & ne deviennent lumineux qu'en réfléchiſſant la lumiere qui leur vient d'un autre aſtre. C'eſt pour cela que nous repréſentons ici le Soleil par une boule dorée dans toute ſa ſurface; & les Planettes, par d'autres boules moitié noires & moitié blanches, pour ſignifier qu'elles ne ſont lumineuſes, que par celui de leurs hémiſpheres qui eſt tourné directement vers le Soleil.

XVIII. LEÇON.

Les Etoiles s'appellent fixes : ce n'eſt point qu'elles ſoient abſolument immobiles; elles ont au moins des mouvements apparents, puiſque nous les voyons tous les jours ſe lever & ſe coucher, &c; mais c'eſt que toutes leurs révolutions ſe font ſans qu'elles changent de poſition, reſpectivement les unes aux autres : conſidérez les 7 Etoiles qu'on nomme le *chariot* ou la *grande ourſe*; elles ſont toujours arrangées de la même maniere : il en eſt de même des autres.

Planete ſignifiie *aſtre errant* : ce n'eſt pas pour faire entendre que les Planettes n'ont point de mouvement ré-

XVIII. Leçon.

glé, ni qu'elles ſe meuvent au hazard; on les a nommées ainſi, par oppoſition aux Etoiles, qui, comme nous l'avons dit, marchent toutes enſemble d'un mouvement commun; au lieu que celles-ci changent continuellement d'aſpects entre elles, les unes allant plus vîte que les autres, & faiſant leurs révolutions entieres en moins de temps.

En conſidérant le Ciel pendant une belle nuit, nous croyons voir toutes les étoiles attachées à une voûte bleue; & il nous ſemble que la terre ſur laquelle nous ſommes, eſt juſtement au centre de ce vaſte hémiſphere; il y a pourtant bien à rabattre de ces apparences.

Ces aſtres qui nous paroiſſent fixés à la concavité d'une même ſphere, il faut croire qu'ils ſont placés à différentes diſtances de nous, dans la profondeur immenſe de l'eſpace créé; & c'eſt probablement une des raiſons par leſquelles les uns nous ſemblent plus petits que les autres.

L'eſpace qui eſt entre deux étoiles n'offrant à nos yeux aucun corps éclairé ni éclairant, devroit nous pa-

roître

roître parfaitement noir, comme il arrive lorſque nous regardons dans un trou très-profond d'où il ne vient aucune lumiere. Si le Ciel nous paroît bleu, ce n'eſt pas lui qui eſt cauſe de cette apparence, c'eſt notre atmoſphere; c'eſt ce fluide composé d'air & de vapeurs, qui ſe fait appercevoir, en réfléchiſſant vers nos yeux des rayons de lumiere qui n'ont point la force de percer ſon épaiſſeur: ceci demande d'être expliqué un peu davantage.

La lumiere telle qu'elle nous vient des aſtres, eſt composée de rayons de différentes couleurs, comme nous l'avons prouvé d'après Newton; & parmi ces différentes eſpeces de lumieres, les plus foibles, les plus réflexibles ſont celles qui nous font voir les objets bleus & violets. La lumiere des aſtres réfléchie par la ſurface de la terre, ſe jette dans l'atmoſphere, en reprenant la route du Ciel; mais comme ce fluide qui nous enveloppe de toute part, a une épaiſſeur conſidérable, il n'y a que les rayons les plus forts, tels que les rouges les jaunes, & peut-être les

XVIII. Leçon.

verds, qui la traverſent entiérement ; les bleus & les violets trop foibles pour avoir le même ſort, ſont renvoyés vers la terre par le fluide même, qu'ils n'ont pu percer, & nous le ſont voir, ſous la couleur qui leur eſt propre.

Si l'on trouve que cette explication ait beſoin d'être ſoutenue par quelque exemple ; entre pluſieurs que je pourrois citer, j'en choiſis un que tout le monde peut obſerver : ſi vous rencontrez une piece d'eau bien claire, profonde de douze à quinze pieds, & dont le fond ſoit brun ou noir, elle vous paroîtra toujours d'un bleu violet. Cet effet eſt ſi marqué, que quoique je m'y attendiſſe, je n'ai pu m'empêcher de puiſer de pareille eau dans un verre à boire, pour m'aſſurer qu'elle ne contenoit aucune matiere étrangere qui lui pût donner cette teinte. De tous les rayons de lumiere qui pénétrent dans une pareille maſſe, il n'y a que les rouges, les jaunes, &c, qui arrivent au fond, & qui n'en reviennent point, ſi ce fond eſt de nature à les éteindre : les bleus, les violets,

&c, qui ne vont point juſques là, ſont renvoyés vers l'œil du ſpectateur.

Quand l'air eſt chargé de brouillard, le Soleil & la Lune nous paroiſſent rouges, parce que de tous les rayons de lumiere que ces deux aſtres nous envoient, il n'y a alors que les plus forts qui percent juſqu'à nous. En pareil cas, notre globe avec ſon atmoſphere doit paroître d'une couleur pâle & tirant ſur le bleu aux habitants de la Lune, s'il y y en a.

Si nous nous croyons au centre de toutes ces étoiles qui nous entourent, & qui forment, par leur aſſemblage, ce que nous appellons *le Ciel* ou *le Firmament*, c'eſt qu'elles environnent un eſpace ſi prodigieuſement étendu, que la diſtance qui nous ſépare du vrai centre de cet Univers ne doit être comptée preſque pour rien, quoique ſuivant l'eſtimation commune, elle excede 30 millions de nos lieues de France.

Pour aider le Lecteur à comprendre ceci, faiſons une ſuppoſition; imaginons qu'un homme eſt dans une plaine bien découverte & très-

XVIII. LEÇON.

vaſte, au milieu d'un pays planté d'arbres qu'il puiſſe compter ou diſtinguer les uns des autres. Quand les contours de cette plaine formeroient toute autre figure que celle d'un cercle, cet homme, s'il n'a point d'ailleurs quelque raiſon de penſer autrement, ſera naturellement porté à croire que tous ces objets qu'il apperçoit au loin & tout autour, terminent un eſpace circulaire, dont il occupe le centre: il ſe le perſuadera, quand même il ſeroit à un quart de lieue de ce point central où il croit être. Il penſera auſſi que tous les arbres qu'il apperçoit au-delà de cette plaine, ſont à égales diſtances de lui, quoique les uns ſoient peut-être de deux ou trois cents pas plus reculés que les autres. Enfin s'il voit dans le lointain un autre homme entre les arbres & lui, il croira volontiers que cet homme eſt comme eux à l'extrémité de la plaine, quand il s'en faudroit de beaucoup. Et ſi au lieu d'un homme, il en voit deux à des diſtances inégales de lui, il ne pourra pas dire lequel des deux eſt le plus éloi-

gné, à moins qu'en cheminant, l'un ne paſſe par-devant ou par-derriere l'autre. L'expérience familiere & commune de tous ces effets doit donc nous faire penſer que les étoiles étant ſi loin de nous, c'eſt par l'impoſſibilité où nous ſommes de connoître leur diſtance abſolue, & leurs différents dégrés d'éloignement, que nous atribuons la figure ſphérique à l'eſpace qu'elles renferment entr'elles, & que nous les croyons toutes appliquées à une même ſurface.

Mais comme ces étoiles ſont fixes, c'eſt-à-dire, qu'elles ne changent point de poſitions reſpectives entr'elles, & que l'œil eſt ſûr d'en rencontrer dans tout le contour des cieux; ſi l'on ſait bien les diſtinguer les unes des autres, elles peuvent ſervir au ſpectateur qui eſt cenſé être au centre de l'univers, à meſurer la marche des aſtres intermédiaires, à reconnoître ceux qui vont plus vîte ou plus lentement, ceux qui ſont plus près ou plus éloignés. On voit par-là que l'Aſtronomie a dû commencer par la connoiſſance de ce qui concerne les étoiles fixes.

XVIII. LEÇON. Conſtellations.

S'IL n'y avoit eu qu'un petit nombre d'étoiles, on les auroit diſtinguées toutes par des noms propres; & l'on ſe ſeroit aſſuré de la poſition de chacune, en meſurant, ſuivant les regles de la Trigonométrie ſphérique, tous les arcs du Ciel qu'elles comprennent entr'elles, ou, ce qui revient au même, en déterminant leurs dégrés de longitude & de latitude. Mais le premier catalogue qu'on en fit, il y a près de 1900 ans (a), en contenoit 1022, & il ne les contenoit pas toutes à beaucoup près. Il parut donc que c'étoit une choſe trop pénible que d'impoſer tant de noms, encore plus de les retenir dans ſa mémoire; & la détermination du lieu de chaque étoile, étoit un ouvrage de longue haleine, ſujet àréviſion, & qui ne pouvoit ſe faire & ſe perfectionner, qu'avec beaucoup de temps.

Ces conſidérations porterent les premiers Aſtronomes à partager toutes les étoiles connues en pluſieurs

(a) Hipparque qui a le premier conſtruit un Catalogue des Etoiles fixes, vivoit plus de 100 ans avant la naiſſance de Jeſus-Chriſt.

groupes ou aſſemblages, que l'on nomma *Conſtellations*, & à qui l'on donna les noms & les figures de divers perſonnages célebres, & même de pluſieurs animaux, inſtruments ou machines, que la fable avoit tranſportés au ciel ( ). XVIII. LEÇON.

Ptolémée en forma 48; ſavoir, 12 autour de l'écliptique, 21 dans la partie ſeptentrionale, & 15 dans la partie méridionale du Ciel.

Les conſtellations qui entourent l'écliptique, & qui rempliſſent cette Zone du Ciel qu'on nomme le *Zodiaque*, ſont,

Le Bélier.	♈	La Balance.	♎
Le Taureau.	♉	Le Scorpion.	♏
Les Gémeaux.	♊	Le Sagittaire.	♐
L'Écreviſſe.	♋	Le Capricorne.	♑
Le Lion.	♌	Le Verſeau.	♒
La Vierge.	♍	Les Poiſſons.	♓

CONSTELLATIONS de l'Hémiſphere ſeptentrional.

La petite Ourſe.	La grande Ourſe.

(*a*) L'origine de tous ces noms, qui ont paſſé de l'antiquité juſqu'à nous, eſt un point d'érudition aſſez curieux, mais ſur lequel je ne puis m'arrêter; on peut voir ce qu'en dit M. Pluche dans ſon Hiſtoire du Ciel, &c.

XVIII. LEÇON.

Le Dragon.	Le Cocher.
Céphée.	Le Serpentaire.
Le Bouvier.	Le Serpent.
La Couronne Boréale.	La Fleche.
Hercule.	L'Aigle.
La Lyre.	Le Dauphin.
L'Oiſeau ou le Cygne.	Le petit Cheval.
Caſſiopée.	Pégaſe.
Perſée.	Adromedes.
	Le Triangle.

CONSTELLATIONS de l'Hémiſphere méridional.

La Baleine.	La Coupe.
Orion.	Le Corbeau.
Le Fleuve Eridan.	Le Centaure.
Le Lievre.	Le Loup.
Le grand Chien.	L'Autel.
Le petit Chien.	La Couronne Médionale.
Le Navire.	Le Poiſſon Auſtral.
L'Hydre.	

Mais toutes les étoiles connues n'ayant pu être compriſes dans ces figures, celles qui ſe ſont trouvées dehors, ſe ſont nommées étoiles *informes*. La

La Navigation a procuré aux Aſtronomes modernes le moyen d'aller obſerver les parties de l'hémiſphere auſtral, que les anciens n'avoient point connues, & que nous aurions ignorées nous-mêmes, parce qu'un grand nombre de ces étoiles ne paroiſſent jamais ſur l'horizon en Europe. Cela fit ajouter aux 48 conſtellations de Ptolémée les 12 ſuivantes.

XVIII. LEÇON.

Le Paon.	Le Caméléon.
La Grue.	La Mouche.
Le Toucan	L'Oiſeau de Paradis.
Le Phénix.	Le Triangle Auſtral.
La Dorade.	L'Indien.
Le Poiſſon Volant.	
L'Hydre Mâle.	

L'invention des Lunetres contribua encore beaucoup à groſſir le catalogue des étoiles, & à former de nouvelles conſtellations, même dans la partie ſeptentrionale du Ciel; de ſorte qu'au commencement de ce ſiecle, Flamſted, Aſtronome Anglois, avoit porté à 3000 le

XVIII. LEÇON.

nombre de celles dont les lieux étoient déterminés ; & cela a été encore beaucoup augmenté depuis par l'exact & infatigable Abbé de la Caille , qu'une mort prématurée vient de nous enlever , au grand dommage des ſciences , & au grand regret de tous les honnêtes gens qui l'ont connu.

Au commencement du dernier ſiécle , un Allemand nommé *Jean Bayer* , fit une choſe ingénieuſe & utile à ceux qui ont beſoin de bien connoître le Ciel étoilé. Il publia des Cartes céleſtes , où les étoiles de chaque conſtellation ſont déſignées par des lettres grecques ou latines ; deſorte, par exemple, qu'au-lieu de cette périphraſe, *l'Etoile de la ſeconde grandeur qui eſt à l'extrémité de la queue de la grande Ourſe* ; on dit ſimplement *l'Etoile η de la grande Ourſe*, &c.

Quoique le nombre des étoiles connues ſoit ſi grand, qu'on a été obligé de prendre toutes les meſures dont je viens de parler, pour y mettre de l'ordre, & pour les reconnoître ; cependant ſi nous conſidérons que

l'on ne peut jamais voir que la moitié du Ciel à la fois ; que de toutes celles qu'on trouve ſur les Catalogues, il y en a beaucoup qui ne s'apperçoivent qu'à l'aide des téleſcopes, nous ſerons obligés de convenir que dans la plus belle nuit, & avec le Ciel le plus découvert, la meilleure vue n'en peut compter 1200. Ce qui paroît incroyable ; car en pareil cas, il n'y a perſonne qui ne s'imagine en appercevoir des millions. Cette illuſion ou fauſſe apparence, vient probablement de ce que ces lumieres vives & ſcintillantes, font des impreſſions trop fréquentes, & pour ainſi dire, trop ſerrées au fond de l'œil, pour faire naître des idées diſtinctes. Nous nous exagérons le nombre des objets, quand nous déſeſperons de pouvoir les compter.

J'ai déjà dit que toutes les étoiles ne nous paroiſſent point également groſſes. Cette différence peut venir de leurs différents dégrés d'éloignement, & c'eſt la raiſon la plus naturelle qu'on en puiſſe donner : mais il eſt poſſible auſſi qu'elles different

XVIII. Leçon.

réellement de grandeur entr'elles, ou que les unes ſoient de nature à briller davantage que les autres : que ſait-on même ſi ces aſtres, au lieu d'être des globes, n'auroient pas une figure applatie, avec un mouvement fort lent de rotation, qui nous préſenteroit ceux-ci ſous une plus grande face, ceux-là ſous une plus petite? on ſeroit tenté de le croire, quand on ſait que quelques-uns d'entr'eux ont diſparu pour un temps, & que quelques autres ont varié par leur grandeur apparente.

Quoi qu'il en ſoit, les Aſtronomes diſtribuent en ſix claſſes toutes les étoiles qu'on peut voir à la vue ſimple; & ils en font encore deux ou trois de celles qu'on n'apperçoit qu'avec des lunettes. Plus ces inſtruments ſe perfectionneront, plus on doit s'attendre de voir augmenter ces dernieres claſſes.

Les étoiles de la premiere grandeur ne ſont point en grand nombre; on les diſtingue preſque toutes par des noms particuliers. *Sirius*, *Arcturus*, *Aldebaran*, *l'Epi de la Vierge*,

Procyon, *Regulus*, *Antares*, *la Lyre*, *Fomahant*, &c. XVIII. LEÇON.

Si nous en croyons nos ſens, les planetes nous ſemblent auſſi éloignées que les étoiles : & nous les confondons avec elles, quand on ne nous a point appris à les diſtinguer. Pour ne s'y point tromper, il faut obſerver qu'une étoile brille par élancement, ce qu'on appelle mouvement de ſcintillation ; au lieu que la lumiere d'une planete eſt plus uniforme & plus tranquille : le téleſcope dépouille l'une & l'autre des rayons qui l'entourent ; mais il fait voir la planete plus groſſe, & l'étoile plus petite qu'à la vue ſimple.

Outre les étoiles dont je viens de parler, on voit encore au Ciel, & dans un éloignement auſſi grand pour le moins que celui qu'on eſt obligé de leur attribuer ; on voit, dis je, certaines petites taches blanchâtres qu'on nomme *Etoiles nébuleuſes*, & une bande ou eſpece de ceinture d'une couleur laiteuſe, qu'on a nommée pour cela *la voie lactée*. Les Aſtronomes en ſont encore à ſavoir au juſte ce qui cauſe ces ap-

XVIII. Leçon. parences : Galilée a dit de la derniere, que cet eſpace du Ciel où elle ſe fait remarquer, étoit rempli d'une infinité de petites étoiles, dont les lumieres ſe confondent ; & beaucoup d'Aſtronomes ſuivent encore cette opinion qui eſt aſſez probable.

Nous voyons le Ciel des étoiles fixes faire en 24 heures une révolution entiere autour de nous, d'Orient en Occident ; cependant nous devons croire qu'il eſt immobile : les mouvements que nous y remarquons ne ſont que des apparences, qui réſultent de la rotation de la terre ſur ſon axe, & de ſa révolution annuelle autour du Soleil, dont nous parlerons par la ſuite, & ſpécialement dans la ſeconde Section : un homme placé dans un batteau, au milieu d'un étang, pourroit s'imaginer que le rivage & tous les objets qui le bordent, tournent de gauche à droite autour de lui, ſi ſon bateau tournoit dans le ſens contraire. La révolution diurne du Ciel étoilé n'eſt pas plus réelle que celle du rivage : c'eſt notre bateau qui tourne ; c'eſt le lieu que nous habi-

tons ſur la terre, qui nous tranſportant avec lui circulairement d'Occident en Orient, nous fait appercevoir ſucceſſivement tout ce qu'il y a de viſible à la voûte des Cieux.

XVIII. LEÇON.

LE SOLEIL eſt un globe immenſe, ſur la nature duquel nous n'avons aucune connoiſſance préciſe ni certaine. Il eſt la principale ſource de la chaleur qui anime notre monde, & de la lumiere qui l'éclaire. Delà nous jugeons que ce peut être un amas de matieres embraſées depuis la création ; mais qui brûle apparemment ſans ſe diſſiper & ſans s'obſcurcir, puiſque ſon activité & ſa ſplendeur ſont inaltérables ; bien différent des autres feux qui ne ſubſiſtent que par de nouveaux aliments, & dont l'éclat ſe ternit preſque toujours par le charbon & les vapeurs noires qu'ils produiſent.

L'action de cet aſtre le plus beau, le plus utile, le plus néceſſaire de tous ceux dont nous reſſentons les influences, s'étend autour de lui à des diſtances immenſes, de ſorte qu'il eſt le centre d'une ſphere d'activité qu'on peut conſidérer comme

XVIII. LEÇON.

étant formée par une infinité de rayons divergents de tous les points de ſa ſurface. Ainſi, ſoit que le Soleil éclaire, ſoit qu'il échauffe, ſon action ſur les corps qui la reçoivent, eſt d'autant plus grande qu'ils ſont plus près de lui; & quant à la proportion, elle eſt en raiſon inverſe du quarré de la diſtance, comme nous l'avons fait voir en traitant de l'Optique *.

* *Tom. V. pag. 71.*

Cet aſtre central a la figure d'un globe : s'il paroît à nos yeux comme un diſque circulaire, c'eſt que dans un tel éloignement, rien ne nous fait ſentir que les parties du milieu ſont plus avancées vers nous que celles des bords; c'eſt que les lignes ſemi-circulaires qui forment ſa convexité antérieure, ſe tracent au fond de nos yeux comme des lignes droites. Voyez ce que j'ai dit de ces apparences, Tome V, page 117 & 118. La même explication doit ſervir pour la pleine Lune, & pour les autres planetes qu'on regarde avec un téleſcope.

Le Soleil eſt d'une grandeur immenſe : ſon diametre, ſelon les ob-

ſervations les plus récentes & les plus exactes, égale plus de 106 fois celui de la terre, qu'on eſtime être de 2865 lieues. Les ſolidités des corps ſphériques étant entr'elles comme les cubes de leurs diametres, il s'enſuit que celle du Soleil eſt environ 1200000 fois plus grande que celle du globe terreſtre.

La grandeur apparente du diſque ſolaire n'eſt pas conſtante ; on la voit varier comme celle de la Lune, à meſure que ces aſtres s'élevent au-deſſus de l'horizon après leur lever, ou lorſqu'ils en approchent pour ſe coucher : nous en avons indiqué les raiſons ailleurs *. Mais cette même grandeur varie encore, parce que ces aſtres ſont tantôt plus, tantôt moins éloignés de la terre ; ce qui fait que d'un temps à l'autre, les angles ſous leſquels nous les appercevons, ſont plus ou moins grands : j'expliquerai ceci plus particuliérement en parlant des mouvements de la terre.

* *Tom. V. pag.* 137.

Quoiqu'il n'y ait rien dans les Cieux de comparable pour l'éclat à la ſplendeur du Soleil, elle n'eſt

XVIII. LEÇON.

pourtant pas ſi pure, qu'on ne remarque de temps en temps quelques taches ſur cet aſtre. Galilée (d'autres diſent le P. Scheine, Jéſuite) fit cette découverte, il y a environ cent cinquante ans : l'imagination des Phyſiciens travailla auſſi-tôt pour deviner la cauſe de ces phénomenes; mais il n'en réſulta que des conjectures à peine vraiſemblables, & qui ne méritent guere d'être rapportées ici.

Les Aſtronomes en tirerent un meilleur parti; ils obſerverent que ces taches, tant qu'elles durent, (car elles ne ſubſiſtent pas toujours) cheminent du bord oriental du Soleil vers ſon bord occidental, qu'elles diſparoiſſent alors, & qu'après un certain intervalle de temps, elles reparoiſſent pour recommencer la même route: cela fit penſer d'abord que ce pouvoient être des corps opaques, quelques planetes qui feroient des révolutions comme les autres, & fort près du Soleil ; mais ces ſoupçons ſe diſſiperent parce qu'on remarqua, premierement que la même tache paroît toujours plus étroite

vers les bords de l'aſtre que quand elle ſe trouve plus avancée vers le milieu. Secondement, que le temps qu'elle met à revenir eſt à très-peu près égal à la durée de ſon apparition. On en conclut & avec raiſon que les taches du Soleil ſont plates & non ſphériques, & qu'elles tiennent à la ſurface même de l'aſtre ; car ſi c'étoient des globes détachés, comme Mercure ou Vénus ; de la terre ſuppoſée au point *T*, (*Fig.* 7) on les verroit toujours ſous le même angle, ſoit qu'elles répondiſſent au milieu du globe ſolaire *S*, ſoit qu'elles tournaſſent vers les bords ; & la partie *A B* de leur révolution, pendant laquelle on les verroit paſſer ſur le Soleil, ſeroit plus courte que l'autre *B C A*, pendant laquelle on les perd de vue. On apprit par ces obſervations & par ces raiſonnements, que le Soleil, qu'on croyoit immobile au centre de l'Univers, tourne ſur lui-même dans l'eſpace d'environ 25 jours & demi.

Cette étendue immenſe, dont le Soleil occupe le centre, & qui eſt terminée par le Ciel des étoiles fixes,

XVIII. LEÇON.

eſt remplie par un fluide très-ſubtil, & de nature à tranſmettre l'action des corps lumineux, comme nous l'avons dit en parlant de la propagation de la lumiere au commencement de la XVe Leçon. C'eſt dans cette matiere éthérée que flottent à différentes diſtances du Soleil, ces autres aſtres qu'on nomme *Planetes*, & qui ne ſont viſibles que par la lumiere qu'ils reçoivent, & qu'ils réfléchiſſent vers nous. Comme ces corps, à cauſe de leur figure ſphérique, ne peuvent jamais recevoir la lumiere du Soleil que ſur la moitié de leur ſurface, nous les perdons de vue toutes les fois que cette partie illuminée n'eſt pas tournée vers nous, en tout ou en partie.

Planetes du premier & du ſecond ordre.

ON DIVISE les planetes connues en deux claſſes. Celles de la premiere claſſe ſe nomment *Planetes primitives* ou *principales* : elles ſont au nombre de ſix : ſavoir, *Mercure*, *Vénus*, *la Terre*, *Mars*, *Jupiter* & *Saturne*.

Celles de la ſeconde claſſe s'appellent *Planetes ſecondaires*, *Satellites* ou *Lunes* : on en compte dix : ſavoir, une qui appartient à la terre,

& qui porte ſpécialement le nom de *Lune*; quatre qui accompagnent Jupiter, & cinq qui ſont autour de Saturne. Ces neuf dernieres ne ſe diſtinguent que par leur rang : celle qui eſt plus prochaine de la planete primitive, s'appelle premier Satellite; les autres ſe nomment ſecond, troiſieme, quatrieme, &c, ſelon leurs dégrés d'éloignement.

XVIII. LEÇON.

Saturne, outre ſes cinq ſatellites, eſt encore entouré d'une eſpece d'anneau que la plupart des Aſtronomes imaginent être formé par un amas de matiere opaque de la nature des planetes. Voyez *G H*, (*Fig.* 6.)

Toutes les planetes, tant du premier que du ſecond ordre, different de groſſeur entr'elles : Mercure eſt la plus petite des planetes primitives; il eſt à la terre à peu-près dans le rapport de 64 à 1000; & Jupiter, qui eſt la plus groſſe de toutes, eſt eſtimé 1200 fois plus gros que la terre ([a]).

(*a*) Quand on parle de la groſſeur d'un aſtre, cela s'entend de ſa ſolidité, qui eſt comme le cube du diametre; s'il s'agit de la grandeur, c'eſt par le diametre qu'on en juge. Dans

XVIII. LEÇON.

J'ai dit ci-deſſus que les planetes étoient à différentes diſtances du Soleil. Celle qui en approche le plus, c'eſt Mercure ; les autres en ſont plus éloignées ſuivant cet ordre, Vénus, la Terre avec la Lune, Mars, Jupiter avec ſes ſatellites, Saturne avec les ſiens & ſon anneau. Delà vient la diſtribution qu'on en fait, par rapport à la terre, en *planetes ſupérieures*, & *planètes inférieures*. On donne le premier nom à Saturne, à Jupiter & à Mars ; & le ſecond, à Vénus & à Mercure.

Il y a apparence que tous ces globes ont pris dans l'eſpace des Cieux, les places qui convenoient aux forces réſultantes de leurs maſſes : ſi quelques uns d'entr'eux paroiſſent déroger à cette regle (car Jupiter eſt plus gros que Saturne, & Mars eſt plus petit que la Terre) on peut dire qu'étant d'une matiere plus ou moins compacte, leur maſſes ne répondent point toujours à leurs volumes.

le cas préſent, il faut dire que les diametres de Jupiter, de la Terre, & de Mercure, ſont entr'eux à peu près comme les nombres 110, 10 & 4.

Mais les maſſes ſeules n'auroient pas produit cet arrangement ; elles ont été aidées par le mouvement de circulation que les ſix planetes primitives ont autour du Soleil, & les dix autres autour de leurs planetes principales.

Chaque planete du premier ordre tourne donc autour de l'aſtre central, dans un eſpace de temps qui eſt toujours le même : & ſi elle a un ou pluſieurs ſatellites, ils font le même mouvement autour d'elle, dans des temps réglés & proportionnés à leurs degrés d'éloignement : c'eſt-là ce qu'on appelle *révolution périodique.* La courbe rentrante qui en réſulteroit dans le Ciel, ſi l'aſtre laiſſoit des traces de ſa route, & que les Aſtronomes conçoivent & énoncent comme ſubſiſtante, cette courbe, dis-je, eſt ce qu'on appelle *orbite.*

Sur ce pied-là, il faut imaginer qu'un ſpectateur placé au centre de l'univers, verroit chacune des ſix planetes principales, s'avancer d'un mouvement preſqu'uniforme de droite à gauche, & répondre ſucceſſive-

XVIII. LEÇON.

ment à ces douze conſtellations qui forment, comme on l'a dit plus haut, le Zodiaque; car premierement elles ſuivent toutes l'ordre de ces ſignes d'Occident en Orient; & en ſecond lieu, leurs orbites terminent des plans qui paſſent par le centre du Soleil, & dont les circonférences ne s'écartent pas de l'écliptique au-delà de 8 degrés, ſoit en s'abaiſſant au-deſſous, ſoit en s'élevant au-deſſus.

Il n'en ſeroit pas de même des ſatellites; l'Obſervateur n'ayant pas l'œil ſuffiſamment élevé au deſſus des plans de leurs orbites, il les verroit aller comme en ligne droite, tantôt d'Orient en Occident, & paſſant devant la planete à laquelle ils appartiennent, & enſuite d'Occident en Orient, & paſſant derriere (a).

Toutes ces révolutions périodiques ſe font dans des eſpaces de temps qui different beaucoup les uns des autres. Mercure emploie environ trois mois à la ſienne; Vénus en met un peu plus de ſix; la durée

(a) Voyez la raiſon de ces apparences, Tom. V, p. 128 & ſuiv.

de

de celle de Terre, eſt ce que nous appellons l'*Année* ; Mars acheve ſa révolution en deux ans ; Jupiter en douze, & Saturne en trente ([a]).

XVIII. Leçon.

Des dix planetes ſecondaires, il n'y a que notre Lune qui ſoit connue de tout temps ; la découverte des neuf autres eſt dûe à l'Aſtronomie moderne, & à l'invention des lunetes. Galilée ſeul, en profitant le premier de ces nouveaux inſtruments, a fait connoître les 4 de Jupiter. Celles de Saturne plus difficiles à obſerver ont été apperçues ſucceſſivement par différents Aſtronomes.

La révolution de la Lune autour du globe terreſtre, ſe fait en 27 jours & un tiers à peu-près : c'eſt ce qu'on nomme *le mois lunaire.* Il réſulte de ce mouvement combiné avec ceux de la terre, pluſieurs choſes très-remarquables dont je ferai mention par la ſuite : je me contenterai d'obſerver ici que toutes

(*a*) J'exprime tout ceci en nombres ronds, pour éviter des fractions dont la plupart de mes Lecteurs peuvent ſe paſſer, & qu'ils auroient peine à retenir.

XVIII. LEÇON.

les lunes ou ſatellites changent continuellement de *phaſes* (a), par rapport aux autres planetes, parce que leurs hémiſpheres illuminés, ſe préſentent à elles tantôt plus, tantôt moins directement ; au lieu que ſi on les regardoit de l'endroit où eſt le centre du Soleil, on les verroit toujours pleines : ce qui eſt très-aiſé à comprendre, quand on jette les yeux ſur toutes les parties blanches des petites boules qui les repréſentent dans notre planétaire artificiel.

Les ſatellites, & principalement ceux de Jupiter, ont été d'un grand ſecours pour perfectionner la Géographie : comme les révolutions de ces petits aſtres s'achevent en peu de temps (car le premier ſatellite de Jupiter fait la ſienne en 42 heures & demie à peu-près), ils s'éclipſent très-fréquemment & très-promptement en paſſant derriere leurs

(*a*) On appelle *Phaſes*, les différentes figures ſous leſquelles nous voyons une planete, ſelon qu'elle nous montre plus ou moins de ſa partie éclairée ; tels ſont le croiſſant, le premier & dernier quartier, la pleine Lune, &c.

planetes primitives. Les immerſions & émerſions ſont au Ciel autant de ſignaux, que des Obſervateurs placés en différents endroits ſur la terre, peuvent appercevoir au même inſtant; & l'on conclut la diſtance des lieux en longitude, par la différence des heures auxquelles le même phénomene à été obſervé.

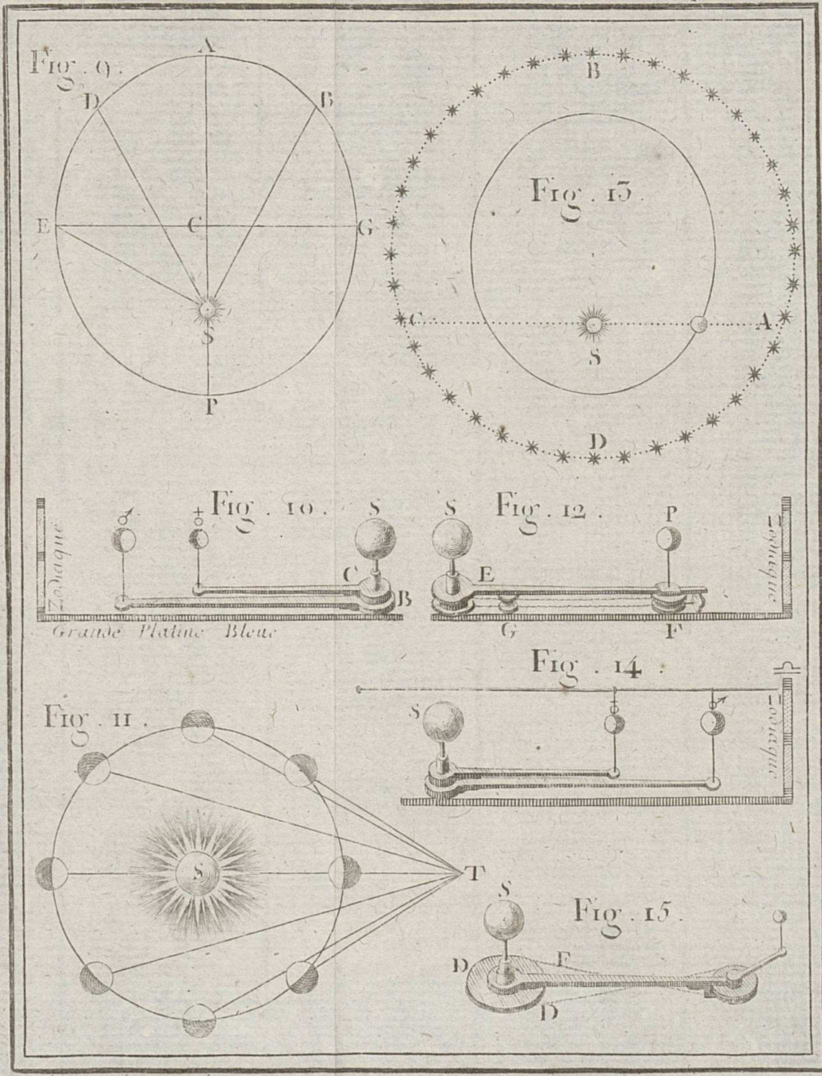
Suppoſons, par exemple, que le cercle *A B C* (*Fig.* 8), ſoit l'équateur terreſtre, & que deux Obſervateurs placés l'un en *A*, l'autre en *B*, apperçoivent le ſatellite *P* à l'inſtant qu'il commence à ſe cacher derriere la planete ♃. S'il eſt alors onze heures à la pendule du premier, & deux heures à celle du ſecond, la différence des temps ſera trois heures; comme le Soleil par ſa révolution apparente parcourt en 24 heures, les 360 degrés de longitude qui diviſent l'équateur de la terre en parties égales, les trois heures dont il s'agit, répondent à 45 de ces degrés, & apprennent que les deux lieux où l'on a obſervé, ſont d'autant éloignés l'un de l'autre en longitude.

Les différentes diſtances des ſix

XVIII. LEÇON.

planetes primitives au Soleil, & celles des ſatellites à leurs planetes principales, ne ſont point en proportion avec le rang qu'elles tiennent; c'eſt-à-dire, par exemple, que Jupiter qui eſt la 5ᵉ planete en s'éloignant du Soleil, n'en eſt pas ſeulement cinq fois plus éloigné que Mercure, mais bien davantage, comme on le peut voir par la Figure 6ᵉ; il en eſt de même de ſes ſatellites, & de ceux de Saturne: chacune de ces diſtances n'eſt pas même conſtante pendant toute la durée d'une révolution. La planete ſe trouve tantôt plus près, tantôt plus loin de l'aſtre autour duquel elle ſe meut; ce que j'expliquerai plus particuliérement par la ſuite. Mais entre les deux extrêmes, il y a un terme qu'on nomme *la diſtance moyenne*; & c'eſt de celle-là dont il s'agit maintenant.

Képler a fait ſur cela une découverte de la plus grande importance; il a trouvé que les cubes de ces diſtances ſont entr'eux comme les quarrés des temps périodiques; de ſorte que ſi l'on ſait combien deux



Gobin del. et Sculp.

planetes mettent de temps à faire leurs révolutions, on ſait auſſi-tôt, par cette analogie, quelles ſont leurs diſtances reſpectivement au Soleil. Cette même regle qu'il n'a d'abord établie que pour les planetes primitives, a été appliquée depuis avec le même ſuccès à celles du ſecond ordre.

Une planete ne ſe meut pas toujours avec la même vîteſſe dans toutes les parties de ſon orbite ; plus elle ſe trouve près de l'aſtre autour duquel elle tourne, plus ſon mouvement eſt rapide ; & au contraire on remarque qu'elle ralentit ſa marche, à meſure qu'elle s'en éloigne davantage ; mais avec ces inégalités, il ſubſiſte une proportion conſtante, entre les temps qu'elle met à parcourir les différents arcs de ſon orbite, & les aires triangulaires terminés par ces arcs, & par deux lignes tirées de leurs extrémités à l'aſtre central ; c'eſt-à-dire, que les temps que la planete emploie à parcourir ſucceſſivement les deux arcs *B D*, & *D E*, par exemple, (*Fig.* 9) ſont entr'eux comme les aires des

XVIII. LEÇON.

deux triangles mixtilignes *B S D*, & *D S E*. C'eſt une ſeconde regle aſtronomique, dont on a encore l'obligation à Képler, & dont on a fait un grand uſage.

Outre la révolution que chaque planete du premier ou du ſecond ordre fait autour de ſon aſtre central, il eſt à préſumer que toutes ont encore un mouvement de rotation autour de leurs axes ; ce qui fait qu'elles ont, comme la terre, toutes les parties de leurs ſurfaces ſucceſſivement expoſées à l'action du Soleil ; la plupart ont des taches qui ont donné lieu d'obſerver ce mouvement, & d'en déterminer la durée ; ainſi, de même que notre jour eſt de 24 heures, celui de Vénus eſt de 23 ; celui de Mars, de 24 deux tiers ; celui de Jupiter, de 10 ou à peuprès ; Mercure, parce qu'il eſt très-près du Soleil, eſt ſi fort illuminé, & Saturne, à cauſe de ſon grand éloignement, l'eſt ſi peu, que leurs taches, s'ils en ont, échappent aux Obſervateurs, ou ne ſe montrent point aſſez pour les mettre en état de vérifier leur mouvement de ro-

tation ; on peut conclure par analogie qu'ils en ont un.

Celui de notre Lune eſt très-lent, en comparaiſon de ceux dont je viens de faire mention. Il ne s'acheve qu'en 27 jours & environ $\frac{1}{3}$, & comme elle met préciſément ce temps-là pour tourner autour de la terre, il arrive de cet accord, que nous voyons toujours la même partie de ſa ſurface, comme je le ferai voir plus particuliérement dans un autre endroit : on remarque ſeulement par ſes taches, qu'elle fait une eſpece de balancement que les Aſtronomes ont nommé *libration*.

Puiſque chaque planete a ſa marche particuliere, & que les unes mettent plus de temps que les autres à faire leurs révolutions, on doit comprendre que tous ces aſtres changent continuellement de poſitions reſpectives : tels qui ſe trouvent aujourd'hui ſur la même ligne avec le Soleil, figureront tout autrement avec lui dans un autre temps ; d'autres qui répondent enſemble à la même conſtellation dans le Ciel, en auront enſuite trois ou quatre entr'eux :

XVIII. LEÇON.

ce ſont ces différentes poſitions des planetes qu'on appelle *aſpects*, & qu'on diſtingue par des noms propres. Je vais rendre cela ſenſible par un exemple.

SECONDE OPERATION.

Otez la piece *A*; prenez dans le coffret celle qui eſt marquée *B*, & celle qui eſt marquée *C*, leſquelles ſont repréſentées par la *fig.* 10, & déſignées par les mêmes lettres. Ajuſtez la tige de la premiere au canon extérieur 3, qui eſt au centre de la platine bleue, & celle de la ſeconde au canon intérieur 2, ayant ſoin que les deux petites boules, dont l'une repréſente la Terre, & l'autre la planete de Mars, ſe trouvent ſur une même ligne entre le cercle de l'écliptique, & le centre de la grande platine, où vous placerez une boule dorée qui eſt dans le coffret, & qui doit repréſenter le Soleil. Faites tourner les deux canons, 2 & 3 avec la manivelle, comme il a été dit à la page 10.

Vous pouvez remarquer, 1°, que le petit globe qui repréſente la

Terre,

Terre, va une fois plus vîte que l'autre qui tient la place de Mars, faiſant deux révolutions contre lui une. XVIII. Leçon.

2°, Que dans chaque révolution entiere de la Terre, ces deux corps changent continuellement de poſition reſpective, répondant tous deux quelquefois au même point du Zodiaque, & plus ſouvent à différents points plus ou moins éloignés les uns des autres.

APPLICATIONS.

Il eſt aiſé de comprendre par cet exemple, que ſi l'on faiſoit ainſi mouvoir enſemble toutes les boules qui repréſentent les planetes primitives, en obſervant que chacune fît ſa révolution dans l'eſpace de temps qui lui convient, on les verroit changer d'aſpects, comme on vient de le voir faire à la Terre & à Mars. Mercure auroit fait quatre révolutions, & Vénus preſque deux avant que la Terre en eût achevé une; & lorſque celle-ci auroit fini la ſienne, Jupiter n'auroit encore parcouru que la douzieme, & Saturne la trentieme partie de ſon orbite.

XVIII. LEÇON.

Quand deux planetes répondent au même point du Zodiaque, cet aſpect s'appelle *conjonction*, & ſe déſigne par cette marque ☌.

Quand elles ſont oppoſées l'une à l'autre de la moitié du Zodiaque ou de ſix ſignes, cela s'appelle *oppoſition*, & s'exprime ordinairement par cette marque ☍.

Et lorſqu'elles répondent à différents points du Zodiaque qui comprennent entr'eux 2, 3, 4 ſignes, &c, on fait connoître leur aſpect par le mot *oppoſition*, ou par la marque ☍, en ajoutant le nombre des ſignes ou des degrés en longitude du Zodiaque qui ſont interceptés entre les deux lieux du Ciel auxquels elles répondent. On dit, par exemple, Jupiter & Mars ſont en oppoſition de 2, de 3, de 4 ſignes, &c.

Phaſes des Planetes.

Si l'on étoit placé au centre de l'univers, à l'endroit même qu'occupe le Soleil, pour obſerver les planetes, on les verroit toujours comme des diſques lumineux & bien arrondis, parce qu'on découvriroit tout l'hémiſphere illuminé de chacune d'elles, comme nous voyons

la pleine Lune ; mais ſi l'on ſuppoſe le Spectateur placé ſur la terre, il pourra arriver que les hémiſpheres éclairés par le Soleil, ne ſoient pas tout entiers tournés vers lui : & alors n'en appercevant qu'une partie, il verra la planete ſous la figure d'un croiſſant ou d'un quartier de Lune : & c'eſt ce qu'on remarque très-bien en obſervant Vénus avec un téleſcope, parce que cette planete eſt aſſez grande & aſſez près de nous pour avoir ces différentes phaſes ſenſibles, & parce que n'embraſſant point la terre dans ſe révolution, elle lui dérobe totalement ſa partie éclairée, en paſſant entr'elle & le Soleil, & ne la lui découvre que peu à peu à meſure qu'elle s'éloigne d'elle en avançant dans ſon orbite. Voyez *la Figure* 11.

On remarqueroit la même choſe à l'égard de Mercure s'il étoit plus gros, & qu'il ne fût pas ſi voiſin du Soleil ; mais quand il s'éloigne aſſez de cet aſtre pour qu'on puiſſe obſerver ſa figure, tout ce qu'on peut découvrir, c'eſt qu'il n'eſt pas bien rond ; & cela prouve qu'on ne voit

XVIII. LEÇON.

point alors toute ſa partie éclairée; car on ſait d'ailleurs (a) que cette planete eſt à peu-près ſphérique comme les autres.

Chaque Planete n'eſt pas toujours à égale diſtance de ſon Aſtre central.

J'AI déjà dit plus haut que la diſtance d'une planete primitive au Soleil, comme celle d'un ſatellite à ſa planete principale, n'eſt pas conſtante, & qu'elle eſt tantôt plus petite, tantôt plus grande dans le cours d'une même révolution : il eſt temps maintenant d'en dire la raiſon. C'eſt que, comme l'a penſé Képler, & comme tous les Aſtronomes l'ont reconnu depuis, chaque planete, tant du premier que du ſecond ordre, ſe meut dans une orbite, qui n'eſt point un cercle excentrique à cet aſtre ; mais une elliſpe (b) qui a le Soleil à l'un de ſes foyers. Voyez *la Figure* 9, & l'opération ſuivante du planétaire.

(*a*) Quand Mercure ſe trouve directement entre le Soleil & la Terre, ce qui arrive rarement, il paroît alors comme une tache noire & ronde ; ce qui fait reconnoître que c'eſt un corps ſphérique.

(*b*) Il faut lire ce que j'ai dit de l'Ellipſe en parlant des forces centrales, tome 2. pag. 96.

TROISIEME OPERATION.

OTEZ les deux pieces *B* & *C*; mettez au gros canon 3, celle qui eſt marquée *E*, la tige ou le pivot de la petite poulie G dans un trou marqué de la même lettre près du centre de la platine bleue ; & faites enſorte que la corde ſans fin embraſſe d'une part cette petite poulie, & de l'autre le barillet *F* qui eſt à l'extrémité de la tige qui porte la planete, comme il eſt repréſenté par la *Figure* 12 ; & mettez en ſa place la boule dorée qui repréſente le Soleil.

Si vous tournez la manivelle, vous verrez que la planete en s'aprochant, & enſuite en s'éloignant du Soleil, par des quantités ſymmétriques, décrit une courbe rentrante qui n'eſt point un cercle, mais une ellipſe peu allongée, dont la boule, qui repréſente le Soleil, occupe l'un des foyers.

APPLICATIONS.

Figure des orbites des Planetes.

Vous apprendrez, par cet exemple, que toutes les orbites des planetes ſont des ellipſes peu différentes du

XVIII. LEÇON.

cercle, & que l'aſtre autour duquel chacune d'elle fait ſa révolution, occupant, non pas le centre, mais l'un des foyers de cette courbe, s'en éloigne d'une quantité aſſez conſidérable, & s'en rapproche de même: on appelle *excentricité* la diſtance qu'il y a entre le centre *C* de l'ellipſe, (*fig*. 9), & celui des foyers qu'occupe le Soleil ou la planete principale.

Le lieu de l'orbite *A*, (*fig*. 9), où une planete ſe trouve le plus loin qu'elle puiſſe être du Soleil, s'appelle *l'aphélie*; & celui où elle en eſt le plus près, comme *P*, ſe nomme *périhélie*. Les deux points de part & d'autre comme *E*, *G*, qui tiennent le milieu entre les deux extrêmes, on les appelle *moyennes diſtances*.

Les planetes du ſecond ordre ont auſſi chacune leur aphélie & périhélie, qui ſont de même une ſuite néceſſaire de l'élipticité de leur orbite.

Mais par la même raiſon que les planetes du premier ordre s'éloignent & ſe rapprochent du Soleil, celles du ſecond ordre ſe trouvent dans un temps plus près, dans un autre temps

plus loin de leurs planetes principales. Comme la Terre, par exemple, a ſon aphélie & ſon périhélie, de même la Lune a ſon *apogée* & ſon *périgée*. On pourroit dire auſſi d'un ſatellite de Jupiter, qu'il eſt dans ſon *apojove*, ou dans ſon *périjove*, &c.

XVIII. LEÇON.

Ces deux points de l'orbite *A* & *P*, que la planete n'outre-paſſe point, tant pour s'éloigner, que pour s'approcher de l'aſtre qu'elle entoure par ſa révolution, ſe nomment en général *les apſides*; & la ligne qui les joint, s'appelle *la ligne des apſides*, ou *le grand axe de l'orbite*.

La diſtance eſt une choſe commune aux deux termes qu'elle ſépare; ainſi quand une planete eſt dans ſon aphélie, réciproquement le Soleil eſt le plus loin d'elle qu'il puiſſe être; & de même il en eſt le plus près, quand cette planete eſt dans le périhélie: le Soleil eſt donc dans ſon périgée quand la Terre eſt dans le périhélie; & quand celle-ci eſt dans l'aphélie, le Soleil eſt dans l'apogée.

Grandeur apparente des Aſtres.

Nous jugeons les objets plus

XVIII. LEÇON.

grands, quand nous les voyons de plus près, & ils nous paroiſſent plus petits quand nous les regardons de plus loin. Puiſque les planetes ne ſont pas toujours à égale diſtance du Soleil ni de la Terre, on doit penſer que de l'un ou de l'autre de ces lieux, on ne doit pas les voir conſtamment de la même grandeur, & cela eſt ſenſible pour nous à l'égard du Soleil & de la Lune ; voilà pourquoi les Aſtronomes diſtinguent ſoigneuſement le diſque apparent de l'un ou de l'autre aſtre, relativement aux circonſtances dans leſquelles on l'obſerve ; & nous verrons ci-après qu'il en réſulte des effets remarquables dans les éclipſes.

Irrégularités dans la marche des Planetes.

QUAND on ſuppoſeroit un Obſervateur placé au Soleil, pour examiner la marche d'une planete pendant tout le temps d'une de ſes révolutions, il ne la verroit point aller d'un pas égal ; c'eſt-à-dire, que dans des temps égaux, il ne lui verroit point parcourir des arcs égaux du Ciel étoilé : premiérement, parce que, comme nous l'avons déjà dit, le

mouvement des planetes ſe ralentit à meſure qu'elles s'éloignent davantage de leur aſtre central ; ſecondement, parce que décrivant des ellipſes, qui ont le Soleil à l'un de leurs foyers, elles ont plus de chemin à faire pour parcourir la partie du Zodiaque *A B C*, que l'autre *C D A*, (*fig.* 13).

Mais ſi on les voit de la Terre, elles ont un mouvement qui paroît encore bien plus irrégulier : tantôt la planete qu'on obſerve, au lieu d'aller ſelon l'ordre des ſignes, (ce qui s'appelle être *directe*), paroît aller dans le ſens contraire, & l'on dit qu'elle eſt *rétrograde* ; tantôt on diroit qu'elle ſéjourne vis-à-vis le même point du Ciel, & les Aſtronomes diſent alors qu'elle eſt *ſtationnaire* : on voit augmenter ſa vîteſſe juſqu'à un certain point ; d'autres fois on la voit diminuer de même. Toutes ces irrégularités qu'on nomme *ſecondes inégalités de planetes*, ne ſont que des apparences, & non pas des réalités. Cela vient de ce que la Terre d'où nous obſervons, n'eſt pas fixe, & de ce qu'elle n'eſt

XVIII. LEÇON.

pas au centre de la révolution de la planete : rendons ceci ſenſible.

QUATRIEME OPERATION.

OTEZ les pieces de la précédente opération ; remettez celles de la ſeconde & la boule dorée au centre ; prenez dans le coffret une grande aiguille qui a deux pivots ; placez dans la tige de *Mars* celui qui eſt fixé à peu-près au tiers de la longueur de l'aiguille, & dans la tige de *la Terre*, celui qui eſt terminé par un anneau dans lequel l'aiguille peut gliſſer. Ayez ſoin que les deux planetes ſoient placées vis-à-vis un endroit quelconque du Zodiaque, par exemple, vis-à-vis du 1er degré de la balance, comme il eſt repréſenté par la *Figure* 14. Tournez enſuite la manivelle juſqu'à ce que la Terre ait fait une révolution entiere.

Vous obſerverez, 1°, que quand Mars eſt en conjonction & en oppoſition avec le Soleil, l'aiguille qui paſſe alors par le centre du planétaire où eſt placé le Soleil, marque au Zodiaque le ſigne, vis-à vis du-

quel ſe trouve alors la planete de Mars :

XVIII. LEÇON.

2°, Que dans toutes les autres poſitions, le bout de l'aiguille, qui parcourt le Zodiaque, eſt plus ou moins avancé que la planete :

3°, Que quand le Soleil & Mars approchent de leur oppoſition, le mouvement de l'aiguille commence à ſe faire en ſens contraire de celui de Mars :

4°, Que quand l'oppoſition s'acheve, & un peu après, le mouvement de l'aiguille ſe fait ſenſiblement contre l'ordre des ſignes, & en rétrogradant.

Applications.

Si l'on conſidere l'aiguille comme le rayon viſuel de l'Obſervateur placé ſur la Terre, on voit tout d'un coup que, dans les conjonctions & dans les oppoſitions ſeulement, le vrai lieu, & le lieu apparent de la planete obſervée ne ſont qu'un, parce que dans ces deux circonſtances, ce rayon viſuel procede, comme s'il venoit du centre de l'univers, où il conviendroit d'ê-

XVIII. LEÇON.

tre pour voir toujours l'aſtre en ſon vrai lieu.

Après l'oppoſition, comme la Terre avance plus vîte que la planete de Mars qui nous ſert ici d'exemple, le rayon viſuel de l'Obſervateur aboutit à un point du Zodiaque moins avancé dans l'ordre des ſignes que celui où répond réellement l'aſtre ; & la différence entre ſon vrai lieu & ſon lieu apparent, va toujours en augmentant, juſqu'à ce que le Soleil & lui ſoient en oppoſition de trois ſignes ſeulement, ou du quart du Zodiaque ; ainſi depuis l'oppoſition juſqu'à ce terme-là, le mouvement de la planete paroît retarder de plus en plus.

Enſuite l'arc de différence entre le vrai lieu & le lieu apparent, va toujours en diminuant juſqu'à la conjonction, où il devient nul, comme on le peut voir par le mouvement de l'aiguille. Ainſi la planete qui avoit paru retarder de plus en plus, juſqu'à ce que le Soleil & elle ne fuſſent plus oppoſés que de trois ſignes, ſemble retarder après cela de moins en moins juſqu'à la conjonction.

La Terre recommençant alors une ſeconde révolution, tandis que Mars n'eſt encore qu'au milieu de la ſienne, on voit que le rayon viſuel de l'Obſervateur (toujours repréſenté par la grande aiguille) précéde la planete dans les ſix autres ſignes du Zodiaque, & la fait juger plus avancée qu'elle ne l'eſt réellement: & cette apparence après avoir été en augmentant pendant trois ſignes, diminue de même pendant les trois derniers; de ſorte qu'après deux révolutions entieres de la Terre, Mars & le Soleil ſe retrouvent en oppoſition.

Mais il eſt à remarquer, & l'aiguille l'indique ſenſiblement, qu'aux approches de l'oppoſition, le rayon viſuel de l'Obſervateur rétrograde autant que la planete obſervée avance, ce qui la fait paroître ſtationnaire pendant un certain eſpace de temps. Et bientôt après le mouvement de la Terre l'emportant de vîteſſe ſur celui de Mars, & le rayon viſuel retournant en arriere, plus que la planette ne chemine en avant ou ſelon l'ordre des ſignes, il arrive que celui-ci paroît rétrograde

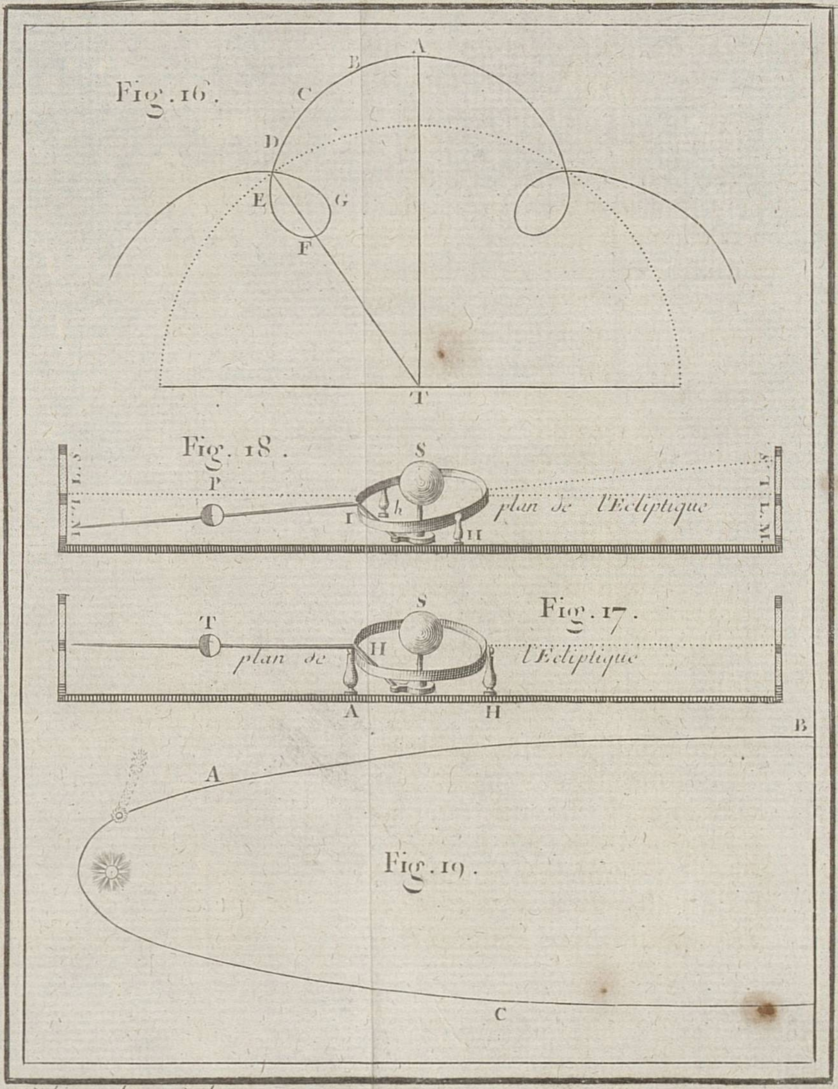
XVIII. LEÇON.

de la quantité dont le premier de ces deux mouvements ſurpaſſe l'autre.

On voit donc par cette 4e opération du planétaire, comment on peut rendre raiſon des accélérations, retardements, ſtations & rétrogradations des planetes obſervées de la Terre, en conſidérant que le Spectateur eſt continuellement emporté d'un lieu dans un autre par une révolution qui ſe fait en plus ou en moins de temps que celle de la planete qu'il obſerve; ce qui la lui fait voir ſouvent où elle n'eſt pas; & en faiſant attention que les apparences réſultent non-ſeulement du mouvement propre de cette planete, mais de celui-ci combiné avec celui de la Terre où eſt placé l'Obſervateur.

Hypotheſe de Ptolémée ſur le mouvement des Planetes.

PTOLÉMÉE n'en étoit pas quitte à ſi peu de frais pour expliquer ces ſortes d'irrégularités; il étoit obligé de recourir à des ſuppoſitions, ingénieuſes à la vérité, mais qui dérogent beaucoup à cette ſimplicité que nous reconnoiſſons dans toutes les opérations de la nature; quand nous ſommes aſſez heu-



Gobin del. et Sculp.

reux pour découvrir ſon ſecret. On ne ſera peut-être pas fâché d'apprendre comment ce célebre Aſtronome avoit imaginé que les planetes dans le cours de leurs révolutions, devenoient accélérantes, retardantes, ſtationnaires, rétrogrades, &c. J'en vais donner une légere idée par l'opération ſuivante.

CINQUIEME OPERATION.

AYANT enlevé les pieces de l'opération précédente, mettez la poulie *D D* au centre de la platine bleue, en faiſant entrer les deux pivots dans les trous marqués des mêmes Lettres. Ajuſtez au canon extérieur 3, la piece *F*, ayant ſoin que la corde ſans fin ſoit croiſée, & qu'elle embraſſe d'une part la poulie *D D*, & de l'autre part celle qui eſt à l'extrémité de la tige qui porte la planete, comme on le peut voir par la *Figure* 15. Imaginez de plus que la Terre ou l'Obſervateur eſt au centre du planétaire *S*, & que la planete eſt illuminée.

Tournez la manivelle pour faire avancer la tige qui porte le petit

XVIII. LEÇON.

globe, vous verrez qu'il décrit dans ſon orbite une eſpece de courbe, (*fig.* 16), qu'on nomme *épicycloïde*, laquelle étant ſuppoſée, on peut, juſqu'à un certain point, rendre raiſon de ces irrégularités qu'on obſerve dans les révolutions des planetes.

APPLICATIONS.

LORSQUE la planete eſt dans la partie ſupérieure de ſon épicycloïde en *A*, par exemple, elle ſe meut ſuivant l'ordre des ſignes du Zodiaque, comme ſi elle étoit uniquement tranſportée par le rayon *T A*. Mais le mouvement d'épicycloïde venant à ſe joindre au mouvement direct, la fait avancer en *B*, en *C*, en *D*, &c, c'eſt-à-dire, plus qu'elle ne feroit, ſi elle n'avoit que le dernier de ces deux mouvements : c'eſt ainſi qu'on peut expliquer ſes accélérations.

Vers la partie inférieure *E*, le mouvement d'épicycloïde n'ajoute preſque plus rien au mouvement direct, parce que ſa direction n'eſt plus ſelon l'ordre des ſignes, mais preſque parallele au rayon *F T* de l'orbite,

bite, & cela rend raiſon des retardements de la planete. Vers *F*, le mouvement d'épicycloïde commence à ſe faire en ſens contraire du mouvement direct ; d'abord l'un compenſe juſtement l'autre, & par cette raiſon, le Spectateur placé en *T*, voit l'aſtre pendant quelque temps au même lieu du Ciel, & le juge ſtationnaire.

Enfin le mouvement d'*F* en *G*, devenant plus rapide que le mouvement direct, fait plus que compenſer celui ci ; & par l'excès de l'un ſur l'autre, la planete ſe meut pendant quelque temps contre l'ordre des ſignes, & devient rétrograde.

Cette maniere d'expliquer les irrégularités des planetes eſt tout-à-fait ingénieuſe ; c'eſt dommage qu'elle manque de cette ſimplicité qui caractériſe tout ce que fait la nature, & qui exige que nous donnions la préférence aux hypotheſes qui s'en écartent le moins. A ce titre les explications de Ptolémée doivent le céder à celles de Copernic, qui ne ſuppoſent rien que l'inſtabilité de l'Obſervateur cauſée par le mouve-

XVIII. LEÇON.

ment de la Terre autour du Soleil mouvement indiqué par l'exemple des autres planetes, & conſtaté de nos jours par les preuves le plus déciſives.

Pourquoi les Planetes ne s'éclipſent que rarement dans leurs oppoſitions & conjonctions.

QUAND on penſe que toutes les planetes, tant du premier que du ſecond ordre, font leurs révolutions les unes plus promptement que les autres; non-ſeulement on doit conclure qu'elles changent continuellement d'aſpect entr'elles, comme nous l'avons remarqué plus haut; mais une conſéquence qui ſe préſente encore naturellement à l'eſprit, c'eſt que dans le temps des conjonctions, celle qui paſſe plus près du Soleil, doit couvrir de ſon ombre & éclipſer la plus éloignée; & c'eſt effectivement ce qui ne manqueroit pas d'arriveer, ſi toutes les orbites étoient dans un ſeul & même plan: car alors les planetes, en les parcourant, paſſeroient à coup ſûr les unes devant les autres, & cauſeroient autant d'éclipſes. Mais la ſageſſe du Créateur y a pourvu: de toutes les orbites il n'y en a pas deux qui ſoient en même plan. Elles ſont toutes plus ou

moins inclinées les unes aux autres, de maniere que quand deux planetes paſſent l'une devant l'autre, il arrive preſque toujours que la plus éloignée reçoit les rayons du Soleil, qui viennent par-deſſus ou par-deſſous celle qui paſſe entre cet aſtre & elle: vous verrez ceci d'une maniere ſenſible, en faiſant ce qui ſuit.

SIXIEME OPERATION.

APRÈS avoir ôté ce qui a ſervi dans l'opération précédente, prenez dans le coffret un cercle de cuivre qui a deux piliers *H*, *H*, (*fig.* 17); placez leurs pivots dans les trous marqués des mêmes lettres ſur la grande platine, & rendez les bords du cercle paralleles à l'écliptique. Ajuſtez la piece 1 au canon extérieur 3, & remettez la groſſe boule dorée au centre pour repréſenter le Soleil, comme dans la *Figure*.

Si vous tournez la manivelle juſqu'à ce que la tige qui porte la petite boule ait fait un tour entier, vous obſerverez que le bout qui eſt tourné vers le Zodiaque, décrit préciſément l'écliptique, & que la pe-

XVIII. LEÇON.

tite boule *T* qui repréſente ici la Terre, parcourt une orbite qui eſt dans le plan de ce même cercle.

Inclinez enſuite le cercle de cuivre d'une médiocre quantité, au plan de l'écliptique, (*fig.* 18), & tournez de nouveau la manivelle.

Vous obſerverez que le bout de la tige qui porte la boule *P*, décrit un cercle qui coupe obliquement celui de l'écliptique en deux points diamétralement oppoſés ; ce qui fait que cette boule qu'on doit prendre ici pour toute autre planete que la Terre, répond à des endroits du Zodiaque, tantôt plus haut, tantôt plus bas que l'écliptique.

APPLICATIONS.

Orbites des Planetes inclinées plus ou moins les unes que les autres au plan de l'écliptique.

On peut voir, par cette opération, comment toutes les planetes (en exceptant la Terre) ont des orbites plus ou moins inclinées au plan de l'écliptique; chacune d'elles, pendant ſa révolution, s'abaiſſe donc d'une certaine quantité au-deſſous de cette ligne, pour remonter enſuite d'autant au-deſſus: ce ſont ces écartements de part & d'autre qu'on

nomme *latitude* des planetes ; plus ces latitudes ſont différentes lorſque les planetes paſſent les unes devant les autres, moins celles-ci courent riſque de s'éclipſer.

On nomme *latitude ſeptentrionale* celle que prend une planete dans la partie du Zodiaque, appartenant à l'hémiſphere boréal ; & *latitude méridionale*, celle qu'elle a dans la partie de cette même Zone qui dépend de l'hémiſphere auſtral. Or il arrive ſouvent que de deux planetes qui ſont en conjonction, l'une eſt au-deſſus, l'autre au-deſſous de l'écliptique, avec une certaine latitude; elle ſont encore moins dans le cas de l'éclipſe.

Nœuds des Orbites.

Quoique les orbites ſoient diverſement inclinées entr'elles & au plan de l'écliptique, elles ont cela de commun, qu'elles coupent cette ligne circulaire en deux points diamétralement oppoſés, qu'on appelle les *nœuds*. Et comme chaque planete, en parcourant ſon orbite, ſe trouve dans un de ſes noeuds, en paſſant de la partie inférieure du Zodiaque à la partie ſupérieure, &

XVIII. Leçon.

dans l'autre, en retournant de celle-ci dans celle-là, on a nommé le premier *nœud aſcendant*, & le ſecond *nœud deſcendant*, & l'on appelle *ligne des nœuds*, celle qui aboutit de l'un à l'autre en traverſant l'orbite.

A l'exception de la Lune, toutes les autres planetes ont des orbites fixes ; c'eſt-à-dire, que chacun de ces aſtres en faiſant ſes révolutions périodiques, coupe toujours l'écliptique aux mêmes points, en montant & en deſcendant, & que ſes plus grandes latitudes ſeptentrionale & méridionale, ſont conſtamment aux mêmes endroits du Zodiaque ; ou ſi ces 4 points ſont ſujets à quelque variations, elles ſont ſi peu conſidérables qu'on peut les négliger ici.

Cometes. Leur nature.

OUTRE les ſix planetes primitives qui tournent autour du Soleil, & que nous ne perdons point de vue, pour ainſi dire, il paroît de temps-en-temps au Ciel d'autres aſtres qu'on croit être de même nature qu'elles, mais qui ſe montrent ſous une forme différente, & pour peu de temps.

Ces corps, que l'on nomme *Co-*

metes, ne ſont pas des météores, comme on l'a cru d'abord, & comme quelques Auteurs l'ont prétendu depuis ; il eſt prouvé d'une maniere inconteſtable, qu'ils ſont toujours plus élevés que la Lune, & par conſéquent bien au-delà de notre atmoſphere. Ils ne deviennent viſibles pour nous que quand la partie de leur ſurface, qui eſt illuminée par le Soleil, eſt aſſez proche pour être apperçue de la Terre ; & pluſieurs d'entr'eux ont paſſé ſi près de cet aſtre, que s'ils n'euſſent été bien compactes & bien ſolides, ils euſſent été immanquablement conſumés par la chaleur exceſſive qu'ils ont dû éprouver.

Leurs figures.

LA partie la plus lumineuſe d'une comete, eſt ordinairement enveloppée d'une eſpece d'atmoſphere moins brillante : pour diſtinguer ces deux parties l'une de l'autre, on appelle la premiere *le Noyau*, & la ſeconde *la Chevelure* ; delà vient le nom de *Comete*, c'eſt-à-dire, aſtre chevelu [a].

La comete ordinairement traîne encore après elle une queue lumi-

(*a*) Du mot Latin *Coma*, qui ſignifie chevelure.

XVIII. LEÇON.

neuſe, qui eſt quelquefois très-longue, toujours oppoſée au Soleil, & qu'on croit être une vapeur occaſionnée par la chaleur de cet aſtre; car on remarque que cette queue augmente & diminue, ſuivant que la comete ſe trouve plus ou moins près de lui.

La rareté de leurs apparitions.

POUR expliquer les rares apparitions des cometes, les Aſtronomes ont imaginé qu'elles faiſoient leurs révolutions dans des ellipſes fort alongées. Le Soleil occupant l'un des foyers, comme aux orbites des planetes, on peut comprendre par la ſeule inſpection de la figure 19, pourquoi ces aſtres ſont ſi long-temps à reparoître dans notre ſiſtême planétaire; car premiérement la partie *ABC* leur donne bien plus de chemin à faire que la petite portion qui embraſſe de plus près le Soleil. Et en ſecond lieu l'analogie des autres mouvements céleſtes nous porte à croire qu'elles ralentiſſent leurs marches en s'éloignant de cet aſtre, comme elles l'accélerent à meſure qu'elles s'en approchent.

Il n'en eſt pas des orbites des cometes

cometes comme de celles des planetes ; celles-ci ne s'écartent point de l'écliptique au-delà de ſept à huit degrés ; la largeur du Zodiaque les contient toutes, & ſuffit à leur plus grande latitude ; au lieu que ces ellipſes ou paraboles, que décrivent les cometes par leurs révolutions périodiques, ſe portent vers des parties du Ciel fort différentes les unes des autres, ſoit dans l'hémiſphere ſeptentrional, ſoit dans l'hémiſphere méridional.

Aberrations de leurs orbites par rapport à l'Écliptique.

Il eſt à remarquer auſſi que ces aſtres different encore des planetes en ce qu'ils ne marchent pas toujours comme elles, ſelon l'ordre des ſignes, c'eſt-à-dire, d'Occident en Orient ; mais ſouvent on leur voit tenir une route toute opposée ; au lieu du mouvement direct, ils ont celui qu'on nomme *rétrograde*.

Leurs rétrogradations par rapport aux ſignes du Zodiaque.

Séneque avoit raiſon de dire (a) avec pluſieurs Philoſophes de la plus haute antiquité, que les cometes ne ſont point des feux accidentels & paſſagers, mais de véritables aſtres

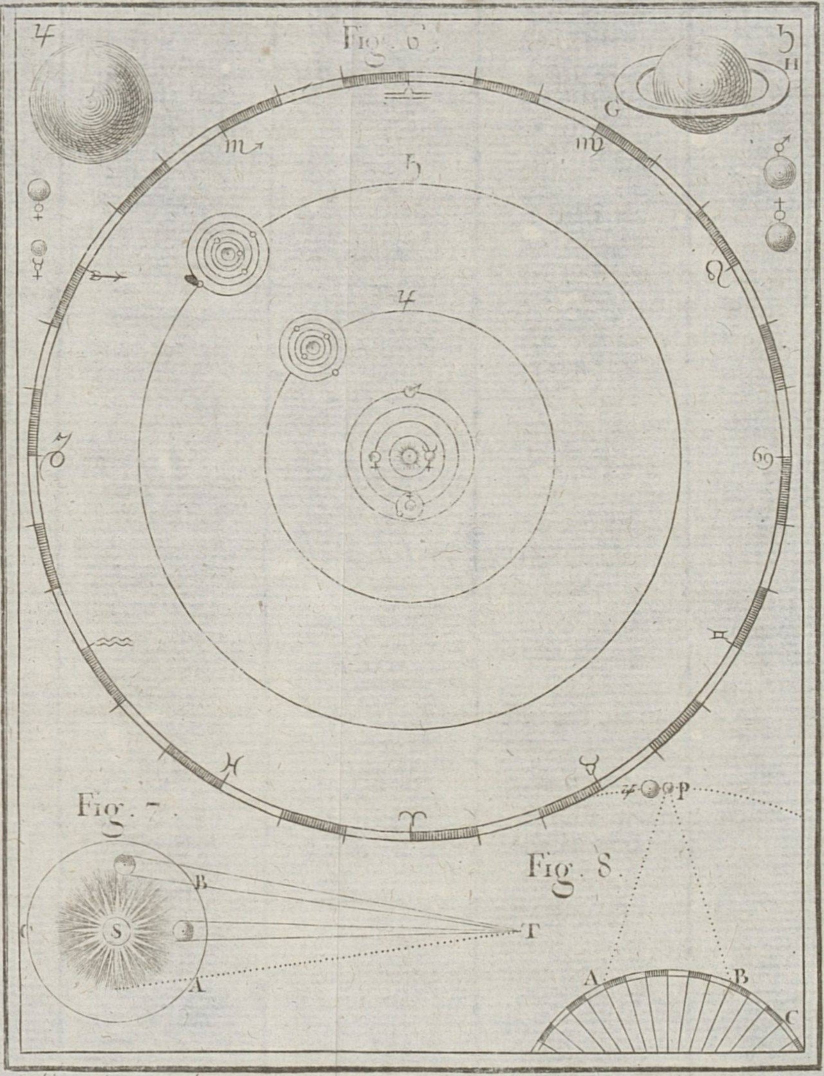
(a) Queſtions Naturelles, Liv. 7, Chap. III.

XVIII. LEÇON.

auſſi permanents que les autres, & qu'un jour viendroit que le ſecret de la nature, à l'égard de ces phénomenes, ſeroit enfin dévoilé. Cette prédiction s'accomplit de nos jours; Halley faiſant uſage de la théorie de Newton, oſa le premier prédire pour l'année 1757 ou 1758, le retour de la comete qui avoit paru en 1682; MM. Clairaut & d'Alembert, par des méthodes plus ſûres, & par des théories plus approfondies, ont annoncé la même choſe avec une préciſion que l'événement a juſtifiée: cette comete fut apperçue à Paris le 21 Janvier 1759.

Prédictions de leurs retours vérifiées.

Ces feux céleſtes dont la forme extraordinaire & l'apparition imprévue faiſoit naître ci-devant la terreur ou la joie, ſuivant les affections ou le caprice de ceux qui cherchoient à les interpréter, doivent donc être regardés aujourd'hui par tout le monde, comme des aſtres dont le cours eſt aſſujetti à des loix conſtantes, & qui n'influent pas plus ſur nos affaires que Jupiter ou Saturne.



Gobin del. et Sculp.

II. SECTION.

Où l'on fait connoître plus particuliérement les mouvements du Soleil, de la Terre & de la Lune, avec les Phénomenes qui en réſultent.

LE GLOBE terreſtre eſt notre habitation ; le Soleil & la Lune ſont les deux principaux luminaires qui répandent la clarté ſur tous les objets qui nous importe de connoître, & qui vivifient par une douce chaleur, ce qui doit s'engendrer, croître & mûrir pour ſatisfaire à nos beſoins : le cours de ces deux aſtres meſure les temps qui partagent nótre vie, & qui reglent nos actions. Tous ces titres, & tant d'autres qu'ils ſeroit ſuperflu de rappeller ici, ſemblent exiger de nous une attention particuliere pour ces trois corps ; ainſi je vais reprendre & continuer les opérations du Planétaire.

XVIII. LEÇON.

SEPTIEME OPERATION.

IL faut faire deſcendre la tige de la manivelle par les trous qui traverſent les grands cercles au ſigne du Bélier, pour ſaiſir le quarré d'acier qui excéde un peu le plan du ſecond de ces cercles.

Prenez enſuite dans le coffret un petit globe terreſtre, armé d'un méridien & d'un horizon de cuivre ; & dont l'axe prolongé au-delà du pole antarctique, tourne librement dans le milieu d'une eſpece de cadran diviſé en 24 parties égales, & ſous lequel eſt une roue dentée.

Faites entrer cette roue, qui eſt percée au centre, ſur une tige d'acier qui excede le plan du cercle lunaire.

Faites tourner la platine bleue juſqu'à ce que le globe terreſtre réponde au premier degré du Capricorne, & tournez le petit cadran au centre duquel eſt implanté ſon axe, de maniere que l'hémiſphere auſtral réponde à ce même point du Zodiaque.

Ayez ſoin d'incliner auſſi le petit

horizon ſuivant le degré de latitude d'un lieu quelconque, par exemple, de Paris.

XVIII. LEÇON.

Mettez le globe doré qui repréſente le Soleil au centre du planétaire : faites paſſer dans un trou qui traverſe diamétralement cette boule, une aiguille de cuivre que vous trouverez dans le coffret, & qui a un ſupport marqué *K*, dont il faudra enfoncer le pivot dans un trou déſigné par la même lettre ſur la platine : voyez *la Figure* 20 qui repréſente toutes ces pieces enſemble ; la grande platine étant repréſentée par ſon diametre *AA*, & les deux parties diamétralement oppoſées du Zodiaque par les deux lignes *A B*, *A D*.

Il faut de plus imaginer que les grands cercles qui repréſentent le Zodiaque ou le Ciel étoilé, ſont tellement agrandis, que la diſtance qu'il y a entre le globe terreſtre *T* & la boule dorée *S*, ſoit preſque nulle, & qu'on puiſſe regarder la Terre comme étant ſenſiblement au centre de la machine.

Tout étant ainſi diſpoſé, ſi vous

XVIII. LEÇON.

faites faire à la Terre un tour entier ſur ſon axe d'Occident en Orient, vous pourrez obſerver, 1°, que l'aiguille qui vient de la boule dorée, & qui repréſente un rayon central du Soleil trace ſur le globe terreſtre un cercle qui eſt celui qu'on nomme *le tropique du Cancer*; & que le bout de l'aiguille parcourt d'Orient en Occident les différents points de ce cercle.

2°, Que l'horizon coupe obliquement ce cercle en deux parties inégales, dont la plus grande eſt au-deſſus, & l'autre au-deſſous.

3°, Que ſi l'on change la poſition de l'horizon, ces deux parties du cercle tracé par l'aiguille, different d'autant moins de grandeur entr'elles, que les bords de l'horizon s'approchent davantage des poles du globe; de ſorte que quand ils paſſent préciſément par ces deux points, le cercle dont il s'agit, eſt diviſé en deux parties parfaitement égales.

4°, Que ſi au contraire on approche l'horizon de l'équateur, de maniere qu'il ſoit contenu entre les deux tropiques du Cancer & du Ca-

pricorne, le cercle tracé par l'aiguille ſe trouve tout entier au-deſſus.

XVIII. Leçon.

Applications.

Figure de la Terre.

La Terre eſt un corps ſphérique; ou à peu-près (a). L'on n'en peut pas douter quand on conſidere que les différentes parties de ſa ſurface ne reçoivent que ſucceſſivement la lumiere du Soleil; car ſi elle étoit plane, tous les peuples qui l'habitent, appercevroient cet aſtre & tous les autres en même temps, comme une chandelle allumée qu'on éleve au bord d'une table, devient viſible auſſi-tôt d'un bout à l'autre.

Ce qui prouve encore la ſphéricité de la Terre, c'eſt qu'en cheminant de quelque côté que ce ſoit dans la plaine la plus unie, nous perdons de vue les objets dont nous nous éloignons, tandis que nous en découvrons de nouveaux en avançant.

Je n'inſiſte pas davantage ſur cette vérité, parce qu'elle eſt ſuffiſamment connue de tout le monde; mais il

(a) Voyez ce que j'ai dit de la figure de la Terre dans la VIe Leçon, Tom. II. pag. 148 & ſuiv.

XVIII. LEÇON.

eſt à propos de remarquer que cet arrondiſſement de la Terre ne nous permet pas de voir bien loin autour de nous ; quand nous nous trouvons en plein champ, il nous ſemble toujours que nous ſommes au centre d'un eſpace circulaire, dont le diametre, à en juger par les objets connus, peut avoir 12 ou 15 lieues, peut-être davantage ſi ces objets ont beaucoup de hauteur, ou que nous ſoyons placés dans un lieu fort élevé ; mais ſur une mer calme, dans une plaine très-vaſte & fort unie, il eſt aiſé de démontrer que l'œil placé à 6 pieds au-deſſus du terrein, perd de vue les objets qui ſont à raze-terre, quand ils ſont à une diſtance de 2557 toiſes ; ce qui ne donne pas trois lieues communes de France pour le diametre de l'eſpace circulaire dont il s'agit.

La circonférence de ce cercle, toute petite qu'elle eſt, paroît pourtant toucher le Ciel : c'eſt que le Spectateur placé en *a*, (*fig.* 21), n'appercevant point la diſtance *b h*, rapporte les objets viſibles les plus éloignés au point *b* où ſe termine la portée de ſa vue ſur la Terre.

XVIII. LEÇON.

Horizon tant rationel que ſenſible.

Le plan de ce cercle prolongé ou étendu juſqu'au Ciel étoilé, eſt ce qu'on nomme *l'horizon*; tout ce qui eſt au-deſſus eſt viſible pour nous, tout ce qui eſt au-deſſous nous eſt caché. Si l'on avoit l'œil au centre de la Terre, l'horiſon repréſenté par ſon diametre *H H* partageroit exactement la ſphere en deux parties égales; quand on eſt à la ſurface, comme en *a*, par exemple, il eſt aiſé de voir que l'horizon rend l'hémiſphere ſupérieur plus petit que l'hémiſphere inférieur; mais ſi l'on conſidere combien la Terre eſt petite en comparaiſon de la vaſte étendue des Cieux, on concevra tout d'un coup que le demi-diametre *T a* n'eſt pour ainſi dire, qu'un point, par comparaiſon à la ligne *T H*, & que *h h* ne differe pas ſenſiblement de *H H*.

Cependant comme ce dernier horizon *HH*, dont le plan paſſe par le centre de la Terre, n'eſt ſujet à aucune variation de grandeur, & que l'autre, par certaines circonſtances, peut nous laiſſer voir un peu plus ou un peu moins de la voûte céleſte,

XVIII. LEÇON.

les Aſtronomes ont jugé à propos de les diſtinguer en appellant *H H*, *Horizon rationel*, & *h h*, *Horizon ſenſible.*

Puiſque chacun eſt au centre de ſon horizon, il faut conclure qu'on en peut compter autant qu'il y a de points à la ſurface de la Terre, & que nous en changeons à chaque pas que nous faiſons dans quelque direction que ce ſoit ; l'horizon de Paris n'eſt donc pas celui de Lyon ; une partie de l'hémiſphere céleſte, qui eſt apparent ſur celui-ci, ne ſe voit pas en même-temps ſur celui-là.

Pòles de l'horizon, Zénith & Nadir.

LES Aſtronomes, pour certains uſages, ont imaginé une ligne droite qui paſſe perpendiculairement par le centre de l'horizon, & qui ſe termine à la voûte céleſte, d'une part au point *Z*, & de l'autre au point *N*; le premier de ces deux points s'appelle *le Zénith*, & le ſecond *Nadir.* On pourroit les regarder comme les poles de l'horizon ; ils changent comme lui pour chaque lieu.

Conſidérons maintenant ce qui doit réſulter de la rotation de la Terre autour de ſon axe, pour ces différents horizons ; ce mouvement

ſuppoſe à la ſurface du globe terreſtre deux points diamétralement oppoſés ſur leſquels il roule, c'eſt ce qu'on nomme *les Poles* : pour les diſtinguer entr'eux, on nomme celui qui eſt dans la partie du Nord, *le Pole arctique*, ou *boréal*, ou *ſeptentrional*; on appelle l'autre *le Pole antarctique*, ou *auſtral*, ou *méridional*. Voyez *la Figure* 22 qui repréſente les poles de la Terre, ceux de l'horizon, & les principaux cercles de la ſphere, par leurs diametres.

XVIII. LEÇON.

Poles du monde.

SUPPOSONS donc premiérement un Obſervateur placé ſur la Terre, dans un lieu également éloigné des deux poles, à Quito, par exemple, qui eſt une des principales ville du Pérou, (*fig.* 23) : cet homme emporté par le mouvement diurne de la Terre, paſſe en 24 heures par tous les points d'un grand cercle qui diviſe le globe en deux hémiſpheres égaux.

Les différentes poſitions de la Sphere.

Ce cercle qu'on imagine comme ſubſiſtant, parce qu'il eſt d'un grand uſage dans la Géographie, eſt celui qu'on nomme *l'Equateur terreſtre* : tout Spectateur, placé ſur ſa circonférence, jouit à ſon tour des

XVIII. LEÇON.

apparences céleſtes dont nous allons faire mention.

La Sphere droite.

SI celui que nous ſuppoſons ici eſt tourné de maniere qu'il ait à ſa gauche le pole arctique, & à ſa droite le pole antarctique ; dès qu'il eſt nuit, il voit toutes les étoiles qui bordent cette moitié de l'horizon qui ſe préſente à lui, monter peu-à-peu d'un mouvement commun juſqu'à un certain point, & deſcendre enſuite juſqu'au bord oppoſé, chacune ayant décrit au Ciel un demi-cercle pendant douze heures ; & après un pareil eſpace de temps, il voit les mêmes étoiles reparoître, & faire un trajet ſemblable à celui de la nuit précédente.

Il voit faire ſenſiblement la même choſe au Soleil, à la Lune, & aux autres planetes ; mais comme ces aſtres, outre cette révolution commune qui n'eſt qu'apparente, ont un mouvement qui eſt particulier à chacun d'eux, il a des différences à obſerver à leur égard, dont je parlerai dans la ſuite.

Quoique le mouvement du Ciel étoilé ne ſoit qu'apparent, il ne faut

pas moins imaginer qu'il ſe fait ſur deux points qui répondent à ceux ſur leſquels le globe terreſtre ſe meut réellement ; ces deux points s'appellent *les Poles du monde* ; ils ſe diſtinguent par les mêmes noms que ceux de la Terre, & ſont tous deux dans la circonférence de l'horizon pour les habitants de l'équateur.

On étend auſſi le plan de l'équateur terreſtre juſqu'au Ciel étoilé, pour diſtinguer les deux hémiſpheres céleſtes qui répondent à ceux dont ce même cercle fait la ſéparation ſur la Terre. On le nomme auſſi *Ligne équinoxiale*, pour des raiſons qu'on verra ci-après. Revenons à notre Spectateur Péruvien.

Toutes les étoiles lui paroiſſent donc décrire des demi-cercles au deſſus de l'horizon, & il doit penſer qu'elles en font autant au-deſſous ; car cette apparence réſulte de la rotation de la Terre qui eſt continue & uniforme, & la durée de leur abſcence eſt égale à celle de leur apparition.

Ces cercles ſont paralleles entr'eux, puiſque chaque étoile eſt fixe dans ſa poſition, & que le mou-

XVIII. LEÇON.

vement qu'elle paroît avoir eſt commun à toutes ; c'eſt ſans doute le parallèliſme de ces cercles qui n'exiſtent qu'en idée, qui a porté les Aſtronomes & les Géographes à tracer ſur les globes terreſtres, depuis l'équateur juſqu'aux poles, toutes ces lignes circulaires, qu'on nomme *paralleles* ou *cercles de latitude.* Mais ce qui diſtingue particuliérement le climat dans lequel nous ſuppoſons ici qu'on obſerve les mouvements céleſtes, c'eſt que tous les aſtres qui ſe levent pour commencer, ou qui terminent en ſe couchant les demi-cercles dont nous venons de parler, ont toujours une direction perpendiculaire à l'horizon, ce qu'on appelle avoir *la ſphere droite.* (*Fig.* 23).

Toutes les étoiles qui ſe ſont lévées en même temps, notre Spectateur les voit arriver enſemble au bout de ſix heures, à leur plus grande hauteur ; elles ſont alors rangées d'un pole à l'autre dans un demi-cercle, qu'on nomme *le méridien*, parce qu'il diviſe en deux parties égales la portion de cercle que chaque aſtre, & par conſéquent

le Soleil paroît décrire ſur l'horizon, ainſi que le temps qu'il emploie à l'éclairer : comme ce demi-cercle comprend tous les points de plus grande hauteur des aſtres, on imagine bien que tous les points de leur plus grand abaiſſement ſous l'horizon, forment un autre demi-cercle, qui fait avec le méridien un cercle entier ; l'un détermine le *Midi*, & l'autre le *Minuit* : ce cercle idéal qui coupe l'horizon à angles droits en paſſant par les poles du monde, & par le zénith de chaque lieu, ſe multiplie autant qu'il y a de diviſions à l'équateur ; & c'eſt ce qu'on nomme ſur le globe terreſtre, *degrés de longitude* : on les compte d'Occident en Orient, & la plupart des Géographes modernes prennent pour premier méridien, celui qui paſſe par l'Iſle-de-Fer la plus occidentale des Canaries.

Dans la ſphere droite, comme dans la ſphere oblique dont nous parlerons bientôt, le Soleil, la Lune, & les autres planetes ne ſe levent & ne ſe couchent pas toujours aux mêmes points de l'horizon, com-

XVIII. LEÇON.

me les étoiles fixes : les orbites que ces aſtres parcourent par leurs mouvements propres, coupant obliquement l'équateur, on les voit tantôt au Nord, tantôt au Sud de ce cercle; ainſi, ſelon qu'ils ſont plus ou moins avancés de l'un ou de l'autre côté, leurs levers & leurs couchers déclinent de l'équateur à droite ou à gauche d'une quantité plus ou moins grande. Cet écartement ſe nomme *déclinaiſon*, & ſe meſure par l'arc du méridien intercepté entre l'équateur & le point où l'aſtre coupe le méridien.

Mais ce qu'il y a de remarquable à cet égard dans la ſphere droite, c'eſt que quelque déclinaiſon ſeptentrionale ou méridionale qu'un aſtre puiſſe avoir, ſa préſence ſur l'horizon eſt toujours de 12 heures ; la durée du jour par conſéquent y eſt perpétuellement égale à celle de la nuit. Delà vient, ſans doute, que dans ces climats que l'on nomme *la Zone torride*, la chaleur qui devroit être exceſſive, eu égard à l'action directe du Soleil, y eſt cependant ſupportable ; la lon-

gueur des nuits donne le temps à la Terre & à l'atmoſphere de ſe rafraîchir.

Tranſportons à préſent notre Obſervateur dans quelque endroit de la Terre, qui ſoit ſitué entre l'équateur & l'un des deux poles; à Paris, par exemple, & voyons comment le mouvement diurne du globe lui fera voir le Ciel.

Il faut conſidérer, avant toutes choſes, que ſon zénith n'étant éloigné du pole que d'environ 41 degrés, le point ſeptentrional de ſon horizon doit être abaiſſé de 49 degrés ou environ au-deſſous de ce même pole : car il faut que ces deux diſtances, celle du zénith au pole, & celle dn pole à l'horizon, égalent enſemble 90 degrés, qui eſt la quantité dont le Zénith eſt toujours éloigné de l'horizon; & comme le plan de l'équateur coupe l'axe de la Terre à angles droits, ont doit penſer que ce cercle s'éloigne du zénith, & s'incline à la partie auſtrale de l'horizon de la même quantité dont le pole arctique eſt élevé au-deſſus de la partie oppoſée *H*, (*fig.* 22).

XVIII. LEÇON.

Quand l'équateur & ſes paralleles ſont inclinés à l'horizon, cela s'appelle avoir *la ſphere oblique* ; & cette obliquité peut augmenter depuis la ſphere droite juſqu'à celle où l'horizon & l'équateur ſont dans le même plan, & qu'on nomme pour cela *la ſphere parallele* ; de ſorte que ſuivant la poſition des lieux, le pole peut s'élever ſur l'horizon depuis o juſqu'à 90 degrés. Revenons à la poſition de Paris, où le pole eſt élevé d'environ 49 degrés comme je l'ai dit plus haut.

La Sphere oblique.

Le Spectateur tournant avec la Terre, paſſe par tous les points d'un cercle plus petit que l'équateur terreſtre, incliné comme lui à l'horizon, & qui coupe le méridien au 49e degré de latitude ſeptentrionale; & il met à faire cette révolution autant de temps que s'il étoit dans l'équateur, c'eſt-à-dire, 24 heures. Voilà ce qu'il y a de réel, & ce qu'il n'apperçoit pas cependant ; parce que tout ce qui eſt autour de lui, eſt emporté avec lui d'un mouvement commun, qui ne cauſe aucun changement dans la poſition reſpective

des objets qui l'environnent auſſi loin que ſa vue peut s'étendre. XVIII. Leçon.

S'il conſidére le Ciel pendant la nuit, il voit une partie des étoiles ſortir du bord oriental de l'horizon, monter au méridien, deſcendre vers l'Occident pour ſe coucher, & reparoître la nuit ſuivante pour recommencer la même révolution.

Il peut remarquer, 1°, que chacune de ces révolutions ſe fait dans un cercle parallele à l'équateur, par conſéquent incliné de la même quantité que lui à l'horizon.

2°, Que ceux de ces aſtres qui appartiennent à l'hémiſphere ſeptentrional, décrivent depuis leur lever juſqu'à leur coucher des portions de cercles plus grandes, & demeurent plus de temps ſur l'horizon que ceux de l'hémiſphere méridional.

3°, Que ces différences vont en augmentant à proportion que ces aſtres ſont plus loin de l'équateur de part & d'autre.

4°, Qu'à latitudes égales, ceux de l'hémiſphere auſtral, demeurent autant de temps ſous l'horizon que ceux de l'hémiſphere boréal en paſſent deſſus.

XVIII. LEÇON.

5°, Que les étoiles qui répondent à une diſtance de l'équateur vers le Sud plus grande que de 41 degrés, ne paroiſſent jamais ſur l'horizon; & que celles qui s'écartent de ce cercle de 41° vers le Nord, font leurs révolutions entieres ſur l'horizon, & ne ſe couchent jamais.

Quant aux aſtres qui paſſent comme nous l'avons déjà dit, d'un hémiſphere à l'autre, tels que le Soleil, la Lune, & les autres planetes, les arcs qu'ils décrivent ſur l'horizon, & le temps qui s'écoule depuis leur lever juſqu'à leur coucher, ont les mêmes rapports entr'eux que ceux des étoiles qui ſont dans les mêmes zones du Ciel. C'eſt-à-dire, par exemple, que quand le Soleil a paſſé l'équateur, & qu'il eſt dans l'hémiſphere ſeptentrional, il eſt plus l'ong-temps ſur l'horizon que deſſous, les jours ſont plus longs que les nuits, & d'autant plus longs que cet aſtre eſt plus avancé dans cet hémiſphere; c'eſt tout le contraire avec les mêmes proportions, lorſqu'il eſt dans l'hémiſphere auſtral; & il en eſt de même de la Lune.

XVIII. Leçon.

On voit aiſément que tout ce qu'il y a de particulier pour cette poſition de la ſphere, réſulte néceſſairement du mouvement diurne & réel de la Terre, eu égard à l'obliquité de ſon axe de rotation : car chaque lieu du globe terreſtre faiſant une révolution circulaire, l'aſtre qui ſe trouve vis-à-vis de lui, quand il la commence, doit répondre ſucceſſivement & en ſens contraire à tous les points d'un pareil cercle. Cette correſpondance ſuivie, donne donc à l'aſtre une apparence de circulation qui doit imiter en tout le mouvement réel qui en eſt la cauſe. Voilà pourquoi les étoiles qui correſpondent à ceux des paralleles terreſtres, que l'élévation du pole tient tout entier hors de l'horizon, paroiſſent circuler de maniere qu'elles ne ſe couchent jamais ; & que celles qui ſont dans le cas oppoſé ne ſe levent point. Voilà pourquoi tous les autres aſtres intermédiaires paroiſſent circuler obliquement à l'horizon, & demeurent deſſus d'autant plus long-temps, qu'ils répondent à des paralleles moins diſtants du pole

XVIII. LEÇON.

La Sphere parallele.

arctique. Diſons un mot de la ſphere parallele.

J'AI déja dit qu'on appelle ainſi la ſphere d'un lieu dont l'horizon eſt dans le plan même de l'équateur, (*fig.* 24) : il faut pour cela avoir ſon zénith au pole du monde ; un homme placé en tel endroit ſur la terre, par exemple, au pole arctique, ne pourroit voir que cette moitié du Ciel qu'on nomme *l'hémiſphere ſeptentrional* ; toutes les autres étoiles ſeroient perpétuellement cachées pour lui, puiſqu'elles ſeroient à ſon égard au-delà de l'équateur qu'on ſuppoſe confondu avec l'horizon. Cet homme debout tourneroit comme ſur un pivot de droite à gauche ; mais comme ce mouvement, qui ſeroit très-égal & fort lent, puiſqu'il ne lui feroit faire qu'un tour en 24 heures, ne changeroit rien au rapport qu'ont avec lui les objets terreſtres ; il ne manqueroit pas de l'attribuer aux différentes parties du Ciel, parce qu'il leur verroit changer continuellement de poſition relativement à lui, & dans un ſens oppoſé ; il croi-

roit donc les voir tourner de gauche à droite autour de lui.

Les étoiles lui paroîtroient décrire des cercles entiers, tous paralelles entr'eux & à l'horizon ; parce que dans cette poſition de la ſphere dont il s'agit ici, le zénith qui eſt le pole de l'horizon, ſe trouve être auſſi celui du monde, ſur lequel roulent tous ces mouvements apparents : & par la même raiſon les aſtres les moins élevés lui paroîtroient faire leurs révolutions dans de plus grands cercles que les autres.

Les planetes ayant leurs mouvements propres dans des orbites qui ne s'écartent pas bien conſidérablement du plan de l'écliptique, ſe trouvent par conſéquent comme ce cercle, tantôt d'un côté de l'équateur, tantôt de l'autre, c'eſt à-dire, dans un temps au-deſſus, & dans un autre temps au-deſſous de l'horizon. Chacune d'elles ayant, comme les étoiles, des révolutions apparentes & circulaires de 24 heures, ne ceſſe pas d'être viſible pendant la moitié du temps qu'il lui faut pour parcourir ſon ellipſe. L'habitant du pole,

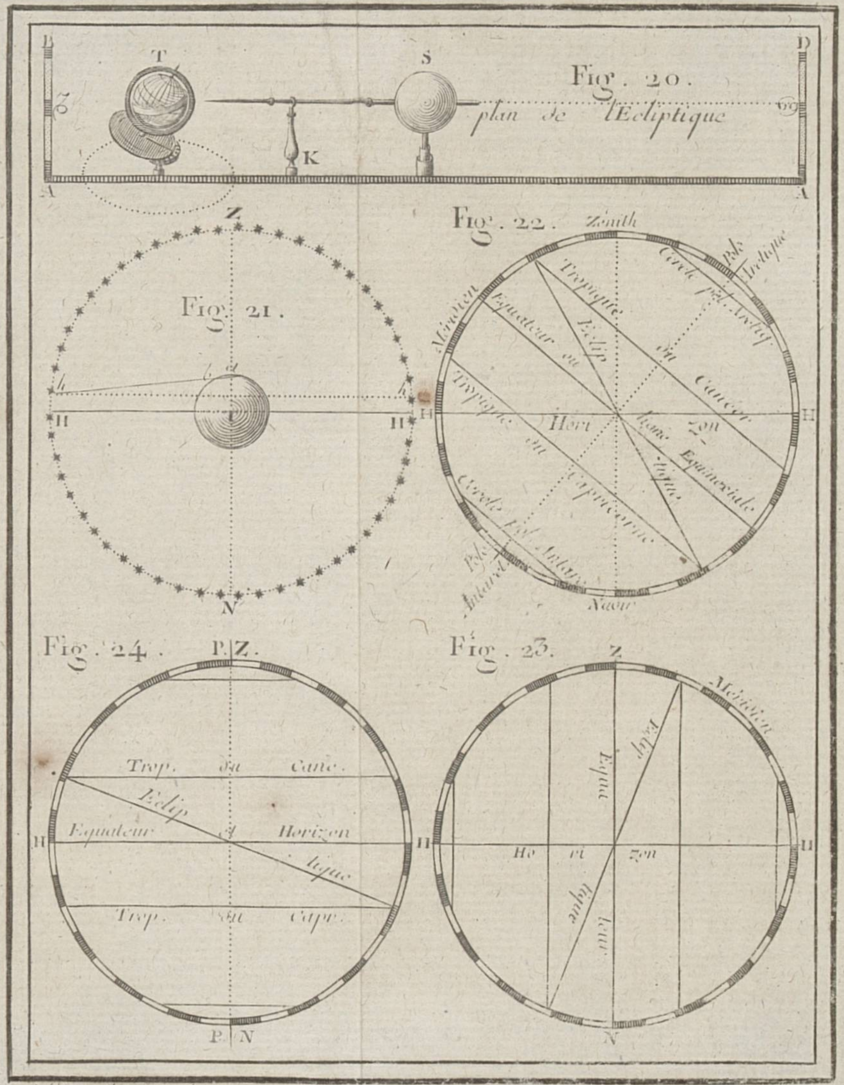
XVIII. LEÇON. s'il y en a, voit donc circuler le Soleil pendant ſix mois autour de lui, & la Lune pendant 14 jours & quelque choſe de plus ; après quoi il ſeroit autant de temps ſans les revoir, ſi des cauſes particulieres, dont je parlerai par la ſuite, ne prolongeoient la préſence de ces aſtres au-delà du temps qu'ils ont à être ſur l'horizon ; mais tout ceci s'entendra mieux après l'opération ſuivante du planétaire.

HUITIEME OPERATION.

REMETTEZ toutes les pieces du planétaire dans l'état où elles étoient au commencement de l'opération précédente, & comme elles ſont repréſentées par *la Figure* 20.

Faites tourner la grande platine avec la manivelle, juſqu'à ce que le globe terreſtre ait fait un tour entier autour de la boule dorée qui repréſente le Soleil ; mais ayez ſoin d'arrêter de temps en temps, pour faire tourner avec la main la Terre ſur ſon axe.

En procédant ainſi, vous obſerverez, 1°, que la Terre en faiſant une



Gobin del. et sculp.

une révolution entiere autour du Soleil, d'Occident en Orient, ou ce qui eſt la même choſe, ſuivant l'ordre des ſignes du Zodiaque, voit cet aſtre répondre ſucceſſivement, & dans le même ſens, à tous ces mêmes ſignes ; & comme l'orbite qu'elle décrit eſt dans le plan de l'écliptique, cette ligne ou ce cercle repréſente dans le Ciel la circulation apparente du Soleil, ou ce qu'on appelle *ſon mouvement annuel.* Le Lecteur qui n'aura pas ſous les yeux notre planétaire artificiel, comprendra aiſément ceci par l'inſpection de la *Figure* 25. Car quand la Terre eſt en *a*, vis-à-vis du ſigne du Capricorne, elle rapporte le Soleil à celui du Cancer qui eſt le point du Zodiaque, diamétralement oppoſé à celui auquel elle répond ; & à meſure qu'elle avance en *b* & en *c*, &c, ce qui la met ſucceſſivement vis-à-vis des ſignes du Verſeau, des Poiſſons, &c. le Soleil, qu'elle voit toujours dans un lieu du Ciel, directement oppoſé à celui auquel elle répond, lui ſemble paſſer du Cancer au Lyon, de celui-ci à la

XVIII. LEÇON.

XVIII. LEÇON.

Vierge, &c. En un mot, tandis qu'elle décrit par un mouvement réel l'arc *a b c* de ſon orbite, il lui ſemble voir le Soleil parcourir l'arc *A B C* de l'écliptique.

2°, Vous remarquerez que la Terre, pendant tout le temps de ſa révolution autour du Soleil, maintient conſtamment ſon axe incliné de 23 degrés & demi au plan de l'écliptique; ce qui fait que l'aiguille qui repréſente un rayon central du Soleil, ne répond pas toujours aux mêmes parties du globe.

Car, par exemple, lorſque le globe terreſtre répond au ſigne du Capricorne comme *T*, (*fig.* 20), & qu'il voit le Soleil *S* vis-à-vis du ſigne de l'Ecreviſſe (ou du Cancer,) ſi on lui fait faire un tour entier ſur ſon axe, le bout de l'aiguille décrit ſur l'hémiſphere ſeptentrional un des paralleles de l'équateur, celui qui en eſt éloigné de 23 degrés & demi à peu-près, & qu'on nomme *le tropique du Cancer*.

Qu'on faſſe avancer le petit globe d'un ou deux ſignes, en faiſant tourner la grande platine, alors le Soleil

à ſon égard paroîtra s'être avancé d'autant dans la partie oppoſée de l'écliptique ; & s'il fait une révolution ſur ſon axe, on verra que l'aiguille ne trace plus le même parallele que ci-devant, mais un autre qui eſt plus près de l'équateur. XVIII. LEÇON.

Quand il ſera arrivé au premier degré du Bélier, s'il tourne encore ſur ſon axe, l'aiguille ſe trouvera directement vis-à-vis l'équateur, & parcourra tous les points de ce cercle dans une révolution entiere.

En continant de faire ainſi avancer le globe terreſtre dans ſon orbite, & en le faiſant tourner de temps en temps ſur ſon axe, on peut aiſément remarquer que l'aiguille décrit enſuite dans l'hémiſphere méridional des paralleles qui s'éloignent de plus en plus de l'équateur, juſqu'à la diſtance de 23 degrés & demi. Le dernier qui touche ce terme eſt ce qu'on nomme *le tropique du Capricorne*, parce qu'alors la Terre répondant au ſigne de l'Ecreviſſe, voit le Soleil comme ſi cet aſtre étoit dans le ſigne qui eſt diamétralement oppoſé.

XVIII. LEÇON.

Après cela on verra l'aiguille ſe rapprocher peu-à-peu de l'équateur, & tracer encore une fois ce cercle, quand le globe terreſtre répondra au premier degré de la balance ; & il continuera de tracer des paralleles qui s'éleveront de plus en plus au-deſſus de l'équateur, juſqu'au tropique du Cancer ; ce qui arrivera quand le globe ſera revenu au premier degré du Capricorne d'où il étoit parti.

3°, On peut voir de même ce qui réſulte des deux mouvements annuel & diurne de la Terre, par rapport aux différentes poſitions de la ſphere, en faiſant varier l'horizon du petit globe terreſtre : on reconnoîtra, par exemple, pourquoi dans la ſphere droite il regne un équinoxe perpétuel ; car en quelqu'endroit de ſon orbite que ſoit la Terre, en la faiſant tourner ſur ſon axe, on verra toujours que les paralleles tracés par l'aiguille qui repréſente le rayon central du Soleil, ſont coupés en deux parties égales ; ce qui ſignifie que dans tous les temps de l'année, les jours ſont égaux aux nuits.

Si la ſphere eſt parallele, on reconnoîtra par le même moyen comment dans toute une année il n'y a qu'un ſeul jour de ſix mois, & une ſeule nuit qui dure autant, à en juger par la préſence du Soleil ſur l'horizon, & par ſon abſence : car l'aiguille qui repréſente cet aſtre ou ſon action directe, trace des paralleles dans l'hémiſphere ſeptentrional, qui eſt dans cette ſuppoſition tout entier au-deſſus de l'horizon, pendant les ſix mois que la Terre met à parcourir la partie de ſon orbite qui répond aux ſix ſignes méridionaux ; & elle ne ceſſe de les tracer dans l'autre hémiſphere, quand la Terre parcourt l'autre moitié de ſon orbite qui répond aux ſignes ſeptentrionaux.

Enfin l'on peut voir de même comment ſe font les accroiſſements & décroiſſements des jours & des nuits dans la ſphere oblique, ainſi que les deux équinoxes. Car tous les paralleles décrits par l'aiguille qui tient lieu de rayon ſolaire, étant coupés obliquement par l'horizon, il eſt évident qu'il n'y a que celui

XVIII. LEÇON.

qui paſſe ſur l'équateur même qui ſoit partagé en deux partie égales, & que les arcs de ces paralleles qui ſont au-deſſus de l'horizon, & qui repréſentent la durée de chaque jour, ſont plus grands dans celui des deux hémiſpheres qui a le pole élevé, que dans l'autre dont le pole eſt abaiſſé au-deſſous de l'horizon; différences qui vont en augmentant depuis l'équateur juſqu'aux tropiques de part & d'autre.

Et comme le petit globe terreſtre, en parcourant toute ſon orbite, préſente deux fois ſon équateur à l'aiguille, ſavoir, lorſqu'il répond au 1er degré du Bélier, & lorſqu'il eſt vis-à-vis le premier degré de la Balance, il eſt aiſé de comprendre pourquoi, avec cette poſition de la ſphere, il y a dans le cours d'une année, deux équinoxes à ſix mois l'un de l'autre.

APPLICATIONS.

Mouvement annuel du Soleil.

ON VOIT donc, par la huitieme opération du planétaire que dans le ſyſtême dont nous avons fait choix, la révolution annuelle du

Soleil dans l'écliptique, n'eſt qu'une apparence, comme le mouvement diurne de cet aſtre; cependant il eſt paſſé en uſage d'en parler comme d'une réalité: ainſi pour nous conformer au langage reçu, nous dirons que dans le cours d'une année, le Soleil parcourt les douze ſignes du Zodiaque en ſe contenant toujours dans l'écliptique; qu'il paſſe deux fois ſur l'équateur, en allant & en revenant d'un tropique à l'autre; qu'il n'excede jamais ces deux termes; & que les deux jours où il s'y trouve, s'appellent pour cela l'un *le ſolſtice d'Eté*, l'autre *le ſolſtice d'Hiver*; comme les deux interſections de l'équateur avec l'écliptique, qui ſont au premier point du ſigne du Bélier, & au premier point du ſigne de la Balance, ſe nomment *l'équinoxe du Printemps*, & *l'équinoxe d'Automne*.

Distinction à faire entre les Signes & les Conſtellations dont ils portent les noms.

Sur quoi il eſt bon de remarquer qu'il ne faut pas confondre au Ciel, le ſigne avec la conſtellation dont il porte le nom. Lorſque les anciens Aſtronomes imaginerent de former le Zodiaque, ils le diviſerent en douze parties égales de 30

XVIII. LEÇON.

degrés chacune , & prirent pour premier point de ce cercle une étoile qui eſt à l'oreille du Bélier ; alors cette conſtellation occupoit aſſez exactement la premiere des 12 diviſions du Zodiaque , le Taureau répondoit à la 2e, les Gémeaux à la 3e, & ainſi des autres ; mais ce point du Ciel où ſe fait l'équinoxe du Printemps, & où étoit autrefois l'étoile dont je viens de faire mention, ce point, dis-je, par des cauſes que je ſupprime ici, recule tous les ans de 50 ſecondes 20 tierces de degrés [a] ; ce qui fait que tout le Ciel étoilé paroît avancer d'autant. Or cet effet s'étant multiplié avec le temps, aujourd'hui les conſtellations du Zodiaque ſont avancées preſque d'une douzieme partie de ce cercle ; de ſorte que chacune d'elles ne répond plus à la diviſion à laquelle elle appartenoit autrefois ; celle du Bélier, par exemple, ſe trouve preſ-

(*a*) C'eſt ce mouvement qu'on nomme en Aſtronomie *la préceſſion des Equinoxes.* Voyez les Leçons Elémentaires d'Aſtronomie de l'Abbé de la Caille, No. 28, 491, 630, 764, 767.

que toute entiere à la place du Taureau, celui-ci à celle des Gémeaux, &c.

Mais malgré ce déplacement des figures, on a toujours conſervé les 12 premieres diviſions du Zodiaque; & c'eſt-là, à proprement parler, ce que les Aſtronomes appellent les 12 ſignes, & qu'ils diſtinguent toujours par les noms de ces conſtellations qui leur appartenoient anciennement.

Pour faciliter l'intelligence des principaux phénomenes, qui réſultent des deux mouvements annuel & diurne de la Terre, nous avons alternativement ſuſpendu l'un pour conſidérer l'autre; ce qui a donné lieu à quelques inexactitudes qu'il eſt à propos de corriger. Nous avons regardé les révolutions apparentes & diurnes du Soleil, comme autant de cercles paralleles à l'équateur; & cela ſeroit en effet, ſi la Terre demeuroit fixe dans un point de ſon orbite, tandis qu'elle fait un tour ſur ſon axe devant le Soleil; car alors les points de ſa ſurface éclairés ſucceſſivement par le rayon cen-

XVIII. LEÇON.

tral de cet aſtre, formeroient enſemble un vrai cercle, une courbe rentrante ſur elle-même. Mais ſi l'on conſidere que la Terre s'avance dans ſon orbite en même-temps qu'elle tourne devant le Soleil, on conviendra que la trace que laiſſeroit ſur ſa ſurface un ſeul & même rayon ſolaire, doit être une eſpece de ſpirale qui vient finir à côté de l'endroit où elle a commencé, & qui s'éloigne ou s'approche de l'équateur, ſuivant que le Soleil va vers l'un des tropiques, ou qu'il en revient. Imaginez une pelote qu'on fait tourner devant vous pour recevoir, en dévidant, un fil qui vient de votre main, & qu'on la fait avancer inſenſiblement de droite à gauche, ou dans le ſens contraire, afin que les circonvolutions du fil s'arrangent les unes à côté des autres; voilà l'image des révolutions diurnes du Soleil autour de la Terre; celle-ci eſt la pelote, votre main eſt l'aſtre, le fil eſt le rayon central ou direct.

Mouvement diurne du Soleil plus lent que celui des étoiles fixes.

Si le Soleil n'avoit que le mouvement apparent qui réſulte de la rotation de la Terre ſur ſon axe, ce

mouvement qui lui ſeroit commun avec les étoiles, auroit la même durée pour lui que pour elles, & ne ſeroit ſujet à aucune variation; ainſi celles qui auroient une fois paſſé au méridien avec lui, y paſſeroient toujours; la nuit d'Eté comme la nuit d'Hiver, nous offriroit conſtamment les mêmes conſtellations; mais cet aſtre, à cauſe du mouvement annuel de la Terre, & parce qu'elle a toujours ſon axe incliné du même ſens, paroît décrire d'Occident en Orient, dans l'eſpace d'une année, un grand cercle que nous avons nommé *l'Ecliptique*, & qui par ſon obliquité s'écarte de 23 degrés & demi de part & d'autre de l'équateur; delà il arrive que quand l'étoile, avec laquelle le Soleil étoit parti du méridien, revient y paſſer après une révolution diurne, il s'en faut d'une certaine quantité que le Soleil n'y ſoit encore parvenu; & les quantités ſe multipliant tous les jours, font que les étoiles précédent de plus en plus le Soleil: de ſorte qu'au bout de ſix mois elles ont gagné douze heures d'avance ſur lui, & qu'à une

Effet de ce retardement.

XVIII. LEÇON.

heure donnée de la nuit, l'hémiſphere étoilé qui eſt ſur l'horizon eſt celui qui ſix mois auparavant étoit deſſous, à pareille heure; cela eſt exactement ainſi pour ceux qui ont la ſphére droite; & dans le cours d'une année les habitants de la ſphere oblique voient ſucceſſivement toutes les conſtellations qui peuvent paſſer ſur leur horizon; car celles qui y ſont de jour dans une ſaiſon, s'y trouvent de nuit dans une autre. Quant à ceux de la ſphere parallele, leur horizon concourant avec l'équateur, ils ne voient jamais que le même hémiſphére du Ciel étoilé.

Le Soleil plus long-temps dans les ſignes ſeptentrionaux, que dans les ſignes méridionaux.

COMME le mouvement annuel du Soleil n'eſt qu'une apparence cauſée par le mouvement réel de la Terre dans ſon orbite, & que cette orbite eſt, comme nous l'avons dit, une ellipſe dont l'un des foyers eſt occupé par le centre du Soleil; il eſt aiſé de voir, en jettant les yeux ſur la *Figure 25*, que cet aſtre doit paroître plus long-temps dans les ſix *ſignes ſeptentrionaux*, le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, l'Ecre-

viſſe, le Lion & la Vierge, que dans les ſix autres, qu'on appelle *méridionaux* (a); car la Terre ayant ſon aphélie dans la partie de ſon orbite qui regarde ceux-ci, doit y ſéjourner plus long-temps par deux raiſons : la premiere, parce que cette partie de l'ellipſe eſt plus grande que l'autre; la ſeconde, parce que, comme je l'ai dit dans la 1ere Section, le mouvement d'une planete quelconque ſe ralentit à meſure qu'elle s'éloigne de ſon aſtre central.

Meſure du temps tirée des mouvements du Soleil, & de ceux de la Lune.

LE SOLEIL étant de tous les aſtres que nous pouvons voir, le plus grand, le plus lumineux, le plus commode à obſerver, il étoit naturel de choiſir de préférence ſes mouvements pour meſurer le temps; auſſi voyons-nous que dès les premiers âges du monde, tous les peuples, d'un commun accord, ont compté par les révolutions de cet aſtre la durée des êtres & celle des actions : on a fait ſervir la Lune aux mêmes uſages, parce qu'elle eſt viſible auſſi par toute la Terre, &

(a) La différence eſt de 9 jours.

XVIII. LEÇON.

qu'elle offre par ſes différentes phaſes des époques très-remarquables; mais, les ſecours qu'on en tire ne ſont ni auſſi généralement, ni auſſi facilement employés, que les apparences périodiques du Soleil.

Diviſion du temps.

LE TEMPS ſe diviſe en ſiecles, en années, en mois, en ſemaines, en jours, en heures, en minutes, en ſecondes, en tierces, &c. Ceci eſt ſuffiſamment connu de tout le monde; mais il y a quelque choſe à remarquer au ſujet des jours, des mois & des années.

Le jour naturel ou aſtronomique.

CHAQUE tour entier de la Terre ſur ſon axe, occaſionne, comme je l'ai déjà dit pluſieurs fois, une révolution apparente du Soleil autour de la Terre. C'eſt-là ce qu'on nomme *le jour naturel* ou *aſtronomique* : c'eſt la quantité de temps qui s'écoule entre l'inſtant où le Soleil paſſe au méridien, & l'inſtant où il y arrive le lendemain. Mais j'ai fait obſerver ci-deſſus que le Soleil à chaque révolution revient un peu plus tard au méridien, que le point du Ciel ou de la Terre avec lequel il y a paſſé le jour précédent; & ce petit

retard n'eſt pas toujours de la même quantité. Delà il arrive que les jours naturels, dans les différents temps de l'année, ne ſont point égaux entr'eux. Les Aſtronomes les rappellent à l'égalité en diviſant la ſomme du temps que le Soleil emploie à parcourir l'écliptique dans le cours d'une année, en autant de parties égales qu'il en faut pour en aſſigner 24 à chaque jour.

XVIII. LEÇON.

Temps vrai & temps moyen; différence de l'un à l'autre.

AU MOYEN de cette équation; nous avons deux ſortes d'heures à diſtinguer, les unes qui ſont toujours égales entr'elles, c'eſt ce qu'on appelle *le temps moyen*; les autres qui ſont affectées des inégalités qui ſe trouvent dans le mouvement diurne du Soleil; c'eſt ce qu'on nomme *le temps vrai*. Un bon cadran ſolaire montre les heures du temps vrai; une montre ou une pendule bien réglée, montre celles du temps moyen; il y en a dont le rouage eſt tellement conſtruit, qu'elles marquent l'un & l'autre temps par différentes aiguilles; on les nomme pour cela *Horloges*, ou *Pendules à équations* (a).

(a) Voyez dans le Livre que l'Académie

XVIII. LEÇON.

En Aſtronomie on eſt dans l'uſage de compter les 24 heures de ſuite d'un midi à l'autre; ainſi après minuit on continue par les nombres 13, 14, &c. Mais dans l'uſage civil on partage ordinairement le jour naturel en deux parties égales de 12 heures chacune : cependant il y a encore quelques nations qui font ſonner les 24 heures de ſuite aux horloges publics ; ce qui eſt très-incommode, ſur-tout quand on fait, comme les Italiens, finir & recommencer le jour au coucher du Soleil; car dans la ſphere oblique, cette époque varie continuellement.

Le jour artificiel ou civil ; la nuit, les crépuſcules.

DANS tous les endroits de la Terre où le Soleil fait une partie de ſa révolution diurne ſur l'horizon, & l'autre deſſous, on appelle la premiere *le jour artificiel* ; & la ſeconde eſt ce qu'on nomme *la nuit*. En parlant des trois principales poſitions de la ſphere, nous avons vu dans

Royale des Sciences fait publier tous les ans, ſous le titre de *Connoiſſance des Temps*, ou *des Mouvements céleſtes*, les différences du temps vrai au temps moyen pour chaque jour de l'année, 5e *&* 6e *colonnes de la ſeconde page de chaque mois.*

que

quel rapport l'un eſt à l'autre pour la durée, eu égard ſeulement à la préſence & à l'abſence du Soleil déterminée par l'horizon; mais il me reſte à dire que la clarté ou l'illumination cauſée par cet aſtre, commence avant qu'il ſoit levé, & ſubſiſte encore quelque temps après qu'il eſt couché, parce que la lumiere qu'il lance dans la partie haute de l'atmoſphere, s'y répand d'une maniere vague, & ſe réfléchit en grande partie vers la ſurface de la Terre; c'eſt ce que l'on nomme *les Crépuſcules* : celui du matin ſe diſtingue de celui du ſoir par le nom d'*Aurore* qu'on lui donne, & le commencement de l'aurore eſt *le point du jour*.

On a obſervé que le crépuſcule commence le matin lorſque le Soleil eſt encore à 18 degrés au-deſſous de l'horizon, & qu'il ne finit le ſoir que quand cet aſtre eſt deſcendu de la même quantité au-deſſous : or comme le Soleil parcourt par heure 15 degrés de l'équateur ou d'un de ſes paralelles, il faut conclure, 1°, que dans la ſphere droite au temps

XVIII. LEÇON.

des équinoxes, les crépuſcules doivent durer chacun une heure & 12 minutes, comme cela arrive en effet : ainſi le jour qui n'y devroit durer que 12 heures, eu égard ſeulement à la préſence du Soleil, ſe trouve augmenté par-là de deux heures 24 minutes : & dans les autres temps de l'année, cela varie à proportion de la diſtance du Soleil à l'équateur.

2°, Que les crépuſcules en Eté, ſont d'autant plus longs que le pole eſt plus élevé ; de ſorte que ſi la latitude du lieu eſt telle que le Soleil à minuit ne ſoit pas tout-à-fait de 18 degrés au-deſſous de l'horizon, comme cela eſt dans le climat de Paris, il n'y a point de nuit cloſe pendant tout le mois de Juin & une partie de Juillet.

3°, Et quant à la ſphere parallele, il eſt évident, par le même principe, que l'Aurore doit y durer environ deux mois, & qu'il doit y faire clair encore autant de temps après le coucher du Soleil.

Indépendamment des crépuſcules qui augmentent, comme on vient de le voir, la durée du jour artificiel,

il eſt encore une cauſe qui concourt au même effet, en nous faiſant voir le Soleil ſur l'horizon avant qu'il y ſoit réellement, & qui retarde ſon coucher apparent: c'eſt la réfraction que la lumiere de cet aſtre éprouve en entrant obliquement dans l'atmoſphere terreſtre, & qui plie ſes rayons vers la ſurface de la Terre; voyez ce que j'ai dit de la réfraction par rapport aux aſtres en général. *Tome V, page 268 & ſuiv.*

XVIII. LEÇON.

Jours de la ſemaine.

SEPT jours naturels ou aſtronomiques compoſent une ſemaine, & ſe diſtinguent par des noms que tout le monde ſait; *Lundi*, *Mardi*, *&c.* Nous avons reçu ces noms des anciens Aſtronomes, qui avoient conſacré les jours de la ſemaine aux principales planetes; le 1er au Soleil, *dies Solis*, que les Chrétiens ont appellé le jour du Seigneur, *dies Dominica*, en François *Dimanche*; le 2e à la Lune, *Lunæ dies*, *Lundi*; le 3e à Mars, *Martis dies*, *Mardi*; le 4 à Mercure, *Mercurii dies*; *Mercredi*; le 5 à Jupiter, *Jovis dies*, *Jeudi*; le 6e à Vénus, *Veneris dies*, *Vendredi*; & enfin le 7e à Saturne, *Saturni dies*,

XVIII. Leçon.

dont nous avons fait le mot *Samedi*.

L'Egliſe appelle *féries*, tous les autres jours de la ſemaine après le Dimanche, & elle les diſtingue par leur rang; ainſi le Lundi eſt la 2e férie, le Mardi la 3e, le Mercredi la 4e, &c.

Mois ſolaires.

Il y a dans chaque mois ſolaire la valeur de 4 ſemaines, & quelques jours de plus; car il y en a communément 30 ou 31, pour répondre à peu-près au temps que le Soleil met à parcourir un ſigne ou la 12e partie du Zodiaque. On ſaura tout d'un coup les mois qui ont 31 jours, & ceux qui n'en ont que 30, en retenant les quatre vers qui ſuivent.

> Trente jours a Novembre,
> Juin, Avril & Septembre :
> De vingt-huit il y en a un,
> Tous les autres ont trente & un.

Tout le monde ſait que celui de 28 jours eſt *Février*.

Les Romains n'eurent d'abord que dix mois, dont le premier étoit celui de Mars. C'eſt pourquoi nos quatre derniers mois portent aujourd'hui des noms qui ne répondent plus au rang qu'ils tiennent, mais bien à

celui qu'ils avoient autrefois, *Septembre*, *Octobre*, *Novembre*, *Décembre*, c'eſt-à-dire, le ſeptieme, le huitieme, le neuvieme, le dixieme. Mais comme ces dix mois ne rempliſſoient pas, à beaucoup près, le temps que le Soleil met à parcourir les douze ſignes du Zodiaque, les ſaiſons ſe trouvoient par-là fort dérangées d'une année à l'autre; on ſentit bientôt cet inconvénient, & l'on y remédia en partie, en ajoutant deux nouveaux mois, *Janvier* & *Février*, que l'on plaça immédiatement avant celui de Mars: de ſorte que celui-ci, qui juſques-là avoit été le premier de l'année devint le troiſieme par cette addition.

L'année ſolaire, commune, & biſſextile.

TANDIS que la Terre fait une révolution entiere dans ſon orbite, elle tourne ſur ſon axe 365 fois & un quart, à peu-près: cela veut dire, ſelon les mouvements apparents, & ſelon les expreſſions uſitées, que l'année ſolaire eſt de 365 jours & près de ſix heures; en prenant ces ſix heures excédentes pour completes, on convint de les employer, en faiſant tous les quatre ans une année qui

XVIII. LEÇON.

auroit un jour de plus que les autres.

Cette année de 366 jours fut nommée *Biſſextile*, parce que le jour qu'elle avoit de plus que lannée commune, fut placé immédiatement avant le 24 de Février, qui ſuivant la maniere de compter des Romains, étoit le 6e avant les Calendes de Mars : ainſi, parce qu'on diſoit *deux fois* cette année-là, *ſexto Calendas Martii*, le jour intercalé fut nommé *bis-ſexte*, & l'année où il avoit lieu, *bis-ſextile*.

Réforme du Calendrier ſous le Pontificat & par les ſoins de Grégoire 13.

CET arrangement, qui ſe fit ſous l'Empire de Jules-Céſar (a), ſuppoſoit, comme on voit, que les ſix heures excédentes de l'année commune, étoient completes ; mais elles ne le ſont pas, & quoiqu'il n'y manque que quelques minutes, cette petite quantité répétée pendant un grand nombre d'années, devint pourtant ſi conſidérable qu'à la fin du 16e ſiecle, les équinoxes étoient dérangés de 10 jours. Le Pape Grégroire XIII ordonna, par une Bulle du 24 Février 1582, que ces 10

(a) C'eſt de-là que vient le nom d'année *Julienne*.

jours de trop ſeroient retranchés, & que le 5 Octobre ſuivant ſeroit le 15 du même mois. La plupart des Etats Catholiques reçurent cette réforme. Henri III ordonna par un édit publié à Paris au mois de Novembre 1582, que le 9 Décembre ſuivant étant expiré, le lendemain fût compté pour le 20e du même mois. Mais l'Angleterre (a) & quelques autres nations ne voulant point ſe conformer à cette correction, continuerent de dater leurs actes ſelon l'ancien Calendrier; & c'eſt ce qui a donné lieu à la diſtinction du *vieux* & du *nouveau ſtyle*, dont on a coutume de faire mention par ces lettres V. S. & N. S. dans les écrits qui doivent paſſer d'une nation à l'autre.

Les Aſtronomes employés par Grégoire XIII à la réformation du Calendrier, non-ſeulement remédierent aux erreurs que le temps paſſé avoit introduites, mais il prévinrent encore

(a) Par un acte émané du Parlement, la nation Angloiſe au mois de Septembre 1752 a adopté la réforme faite au Calendrier par le Pape Grégoire XIII.

XVIII. LEÇON.

celles que l'avenir pourroit cauſer: ayant obſervé que le biſſexte ajoutoit en 4 ans 43 minutes plus que le Soleil n'emploie à retourner au même point du Zodiaque, ils ſupputerent que ces minutes raſſemblées composeroient un jour entier au bout de 133 ans. Ainſi, pour empêcher que cet excédent ne fît encore quelque dérangement, ils proposerent, & d'après leur avis il fut arrêté, que dans le cours de 400 ans, on omettroit trois biſſextes. L'année 1700 pour cette raiſon ne fut point biſſextile; 1800 & 1900 ne le seront point encore; mais 2000 le ſera.

Le Cycle ſolaire.

LES 365 jours dont l'année commune eſt composée, forment 52 ſemaines & un jour: d'où l'on voit que s'il n'y avoit point d'année biſſextile, les quantiemes des mois, & les jours de la ſemaine ſe retrouveroient les mêmes de ſept en ſept ans; mais l'année biſſextile étant de 52 ſemaines & deux jours, le concours des quantiemes des mois avec les jours de la ſemaine, recule encore d'un jour tous les quatre

quatre ans ; enſorte que ce n'eſt qu'au bout de 28 ans que le même quantieme peut ſe retrouver au même jour de la ſemaine, après en avoir parcouru tous les autres jours. Le même quantieme pourra bien revenir au même jour plus d'une fois dans cet intervalle, mais il n'aura pas encore parcouru tous les jours de la ſemaine. Cet intervalle de 28 ans eſt ce qu'on appelle *le Cycle ſolaire*.

XVIII. LEÇON.

L'année de la naiſſance de Jeſus-Chriſt étoit la 10e du cycle ſolaire ; ainſi pour trouver l'année du cycle ſolaire, qui répond à une année propoſée de l'Ere Chrétienne ; pour trouver, par exemple, le cycle ſolaire pour l'année 1764, il faut ajouter à 1764 le nombre 9, & diviſer la ſomme par 28, le reſte 9 de la diviſion indique qu'en 1764 le cycle ſolaire eſt 9.

Lettre Dominicale.

DANS le Calendrier de chaque année, il y une lettre qui déſigne le Dimanche, & qu'on nomme pour cela *Lettre Dominicale* ; c'eſt toujours une des initiales des mots latins que voici, *Dei*, *cœlum*, *bonus*, *accipe gratis*, *filius*, *eſto*. On trouvera la lettre

XVIII. Leçon.

dominicale qui convient à une année propoſée, ſi l'on compte le cycle ſolaire de cette année circulairement ſur quatre doigts en prononçant de ſuite les mots précédents, *Dei Cœlum*, *&c*, chaque fois qu'on tombe ſur le premier doigt on prononce deux de ces mots, & un ſeulement ſur chacun des autres ; la lettre que l'on cherche eſt la lettre initiale du mot qu'on prononce le dernier ; en 1765, par exemple, où le cycle ſolaire eſt 10, le mot *filius* qui tombe au ſecond doigt, indique que la lettre dominicale de cette année eſt *F*.

Quand l'année eſt biſſextile, il y a deux lettres dominicales, dont la premiere ſert juſqu'au 24 de Février, & la ſeconde pendant le reſte de l'année ; ainſi en 1764 le doigt par où l'on finit de compter étant le premier, on y prononce deux mots, qui dans le cas préſent ſont *accipe*, *gratis* ; ce qui déſigne que *A* & *G* ſont les deux lettres dominicales de cette année.

Le cycle ſolaire ſert encore à trouver par quel jour de la ſemaine

commence tel ou tel mois. Il faut pour cela connoître *la Lettre Fériale*; chaque mois à la ſienne: ces lettres ſont les initiales des mots ſuivants *A*, *Dieu*, *Donc*, *Gaſſion*, *Brave*, *Et*, *Généreux*, *Commandant*, *Fidele*, *Appui*, *Des*, *François*. La premiere *A*, eſt celle de Janvier, la ſeconde *D*, eſt celle de Février, &c.

XVIII. LEÇON.

Il faut comparer la lettre fériale à la lettre dominicale; ſi elle eſt la même, le mois commence par un Dimanche; ſi la fériale ſuit immédiatement la dominicale, ou ſi elle la précede, ſelon l'ordre alphabétique, le mois commencera par un Lundi dans le premier cas, ou par un Samedi dans le ſecond, &c.

S'il étoit queſtion, par exemple, de ſavoir par quel jour de la ſemaine a commencé le mois d'Août de l'année 1764; le cycle ſolaire étant 9, la lettre dominicale étoit *G*; la lettre fériale eſt *C*, laquelle répond au Mercredi; ainſi le premier d'Août 1764 a dû être un Mercredi.

Les Saiſons.

L'ANNÉE ſe partage en quatre ſaiſons, qui ſont le Printemps, l'Eté, l'Automne & l'Hiver; chacune

XVIII. LEÇON.

d'elles dure autant de temps que le Soleil en met à parcourir trois ſignes du Zodiaque, ce qui comprend l'eſpace de trois mois. Pour les climats qui ſont entre l'équateur & le pole arctique, le Printemps commence lorſque le Soleil entre au ſigne du Bélier; ce qui arrive le 20 de Mars ou environ; & finit quand cet aſtre arrive au ſigne de l'Ecreviſſe, le 21 de Juin; alors l'Eté commence & dure juſqu'au 22 de Septembre, jour auquel le Soleil entre au ſigne de la Balance; l'Automne commence ce jour-là, & finit quand le Soleil ſe trouve au 1er degré du Capricorne, c'eſt-à-dire, au 21 Décembre; l'Hiver commence alors, & dure juſqu'au 20 Mars.

Quand il eſt l'Hiver pour les climats ſeptentrionaux, il eſt l'Eté pour ceux de l'hémiſphere méridional qui leur correſpondent; il en eſt de même pour l'Automne & pour le Printemps. Entre les deux tropiques il n'y a dans toute l'année, à proprement parler, qu'un Hiver & un Eté, ſi l'on en juge par le chaud & le froid. Mais au-delà des tropiques,

les quatre ſaiſons ſe diſtinguent très-ſenſiblement ; l'Hiver par le grand froid, l'Eté par la grande chaleur, le Printemps & l'Automne par des températures moyennes.

XVIII. LEÇON.

Le froid qui ſe fait ſentir en Hiver, la chaleur qu'on éprouve en Eté, ne viennent point, comme on pourroit ſe l'imaginer, de ce que le Soleil eſt plus ou moins éloigné de la Terre ; car au contraire c'eſt dans la derniere de ces deux ſaiſons que cet aſtre eſt dans l'apogée, c'eſt-à-dire, qu'il eſt alors plus éloigné de nous, que dans tout autre temps de l'année. La cauſe principale de ces deux effets oppoſés, c'eſt qu'en Eté les rayons ſolaires tombent ſur la ſurface de la Terre moins obliquement qu'en Hiver, d'où il arrive que l'horizon en reçoit une plus grande quantité. Ajoutez à cela que les jours d'Eté ſont plus longs que ceux d'Hiver ; le Soleil reſtant plus long-temps ſur l'horizon, l'échauffe davantage, & les nuits qui ſont proportionellement plus courtes, cauſent moins de réfroidiſſement : cette derniere conſidération nous laiſſe à penſer

XVIII. LEÇON.

que les peuples les plus voiſins des poles, leſquels, eu égard à la grande obliquité des rayons ſolaires, ne devroient avoir, pour ainſi dire, que des Etés froids, ne laiſſent pas que d'éprouver des chaleurs aſſez grandes, parce que le Soleil eſt ſur leur horizon pendant cinq à ſix mois, & qu'il y agit ſans relâche.

La longueur des nuits entre les deux tropiques, avec les pluies qui y ſont très-fréquentes, modere beaucoup la chaleur qui devroit y régner, eu égard à la direction des rayons ſolaires; ce qui la rend le plus incommode, c'eſt qu'elle dure toute l'année; car, pour l'intenſité, les thermometres comparables que nous faiſons voyager depuis environ 40 ans, nous apprennent conſtamment que ſous l'équateur même (ce que les Marins appellent *la Ligne*) le plus grand chaud n'excede pas celui qu'on éprouve quelquefois en France.

Cependant comme dans cette partie de la Terre, la grande chaleur eſt perpétuelle, que dans le voiſinage des poles le froid eſt tou-

jours exceſſif en hiver, & que par-tout ailleurs le froid & le chaud ſont ordinairement modérés, on a partagé à cet égard la ſurface de la Terre en cinq Zones, ou bandes circulaires, ſavoir, une qu'on nomme la Zone *torride*, qui eſt contenue entre les deux tropiques; deux qu'on appelle les Zones *glaciales* ou *froides*, qui s'étendent depuis les poles juſqu'au 66^e $\frac{1}{2}$ degrés de latitude où eſt le cercle polaire, & deux auxquelles on a donné le nom de Zones *tempérées*, & qui ont pour limites dans chaque hémiſphere, le tropique d'une part, & le cercle polaire de l'autre.

Il ne nous convient pas d'entrer dans un plus grand détail, touchant la ſurface de la Terre, c'eſt dans les traités de Géographie qu'il faut chercher ce qui manque ici; voyons ce qui concerne la Lune.

NEUVIEME OPERATION.

OTEZ le globe terreſtre: ajuſtez au canon de cuivre qui eſt au centre du cercle lunaire, la piece marquée *L* que vous trouverez dans le coffret, & qui eſt repreſentée par la

XVIII. LEÇON. *Figure* 26. Tournez cette piece de façon que la petite boule qui repréſente le globe de la Lune, ſe trouve directement entre le centre du cercle lunaire, & la boule dorée *S* qui repréſente le Soleil au milieu de la grande platine, & que ſa partie blanche regarde la boule dorée: remettez le globe terreſtre comme il étoit pour la 8e opération: toutes ces pieces enſemble ſont repréſentées par *la Figure* 27.

Si vous faites tourner la grande platine par le moyen de la manivelle, vous pourrez obſerver ce qui ſuit:

1°, Tandis que le globe terreſtre parcourt un ſigne entier du Zodiaque, la petite boule qui repréſente la Lune, fait preſque une révolution autour d'elle.

2°, La petite boule lorſqu'elle eſt entre la Terre & la boule dorée *S*, a ſa partie blanche entiérement tournée vers celle-ci, & ſa partie noire regarde le globe terreſtre.

3°, Quant la Terre ſe trouve entre la boule dorée & la petite Lune, celle-ci a toute ſa partie blanche tournée directement vers la Terre.

XVIII. LEÇON.

4°, Dans toutes les autres poſitions, l'hémiſphere blanc de la petite boule ne ſe préſente à la Terre qu'en partie, & plus ou moins ſuivant qu'elle eſt plus près ou plus éloignée de ſon oppoſition avec la boule dorée.

APPLICATIONS.

Mouvements de la Lune.

SI L'ON imagine le planétaire aſſez grand pour que le globe terreſtre puiſſe être réputé ſenſiblement au centre, on concevra aiſément qu'un Obſervateur placé ſur la ſurface de la Terre, doit voir la Lune répondre ſucceſſivement à tous les ſignes du Zodiaque, dans l'eſpace de temps qu'il faut à cette derniere planete pour faire une révolution entiere autour d'elle: car l'orbite lunaire n'étant d'ailleurs inclinée que d'environ 5 degrés au plan de l'écliptique, elle ſe contient comme toutes les autres dans les limites de cette zone céleſte.

Si l'on ſe rappelle maintenant ce que nous avons dit plus haut, que tous les aſtres ſans exception paroiſſent ſe mouvoir en 24 heures d'O-

XVIII. LEÇON.

rient en Occident, en vertu de la rotation diurne & réelle de la Terre, laquelle ſe fait en ſens contraire, on verra tout d'un coup pourquoi la Lune ſe leve & ſe couche comme le Soleil.

Et puiſque la Lune fait en moins d'un mois ce que le Soleil n'acheve qu'en un an, il faut que dans ce petit eſpace de temps, elle aille & revienne d'un tropique à l'autre, en paſſant deux fois ſur l'équateur ; que toutes ſes révolutions diurnes ſoient ſenſiblement des paralleles à ce grand cercle ; que dans la ſphere droite, elle ſoit toujours autant de temps deſſus que deſſous l'horizon ; que dans la ſphere oblique, elle ſe faſſe voir pendant un demi-mois dans les ſignes ſeptentrionaux, & pendant le reſte de la lunaiſon dans les ſignes méridionaux, reſtant tantôt plus, tantôt moins ſur l'horizon que deſſous ; qu'enfin dans la ſphere parallele elle ſoit ſur l'horizon environ 14 jours de ſuite, & autant deſſous avant que de reparoître : ce qui eſt très-conforme aux obſervations.

XVIII. LEÇON.

Mois périodique.

LE TEMPS que la Lune emploie à faire une révolution entiere dans ſon orbite eſt de 27 jours 7 heures & environ 43 minutes. C'eſt ce qu'on appelle ſon *mois périodique.*

Mois ſynodique.

MAIS le temps qui s'écoule entre deux de ſes conjonctions avec le Soleil, eſt de 29 jours & demi; parce que cet aſtre s'avance d'environ 27 degrés dans l'écliptique, tandis qu'elle fait ſa révolution autour de la Terre; ainſi il faut à celle-ci quelques jours de plus pour ſe retrouver en conjonction avec lui. Cet eſpace de temps de 29 jours & demi s'appelle le *Mois ſynodique* de la Lune ou *Lunaiſon.*

Phaſes de la Lune.

LA LUNE étant un corps opaque & ſphérique, ne peut jamais avoir que la moitié de ſa ſurface illuminée par le Soleil, comme nous l'avons remarqué au ſujet des planetes en général : & comme l'hémiſphere éclairé ſe préſente diverſement à nous dans le cours d'une lunaiſon, cela donne lieu à pluſieurs phaſes remarquables, qui ſont comme autant de points de diviſion pour le mois ſynodique.

XVIII. LEÇON.

Quand la Lune eſt en conjonction avec le Soleil, alors ſon épaiſſeur empêche totalement que ſa partie éclairée ne puiſſe être apperçue de la Terre ; cela s'appelle *nouvelle Lune*.

Après quelques jours de marche dans ſon orbite, la Lune nous laiſſe appercevoir un peu de ſa partie lumineuſe, ſous la forme d'un *Croiſſant* 1, (*fig.* 28) qui a ſa convexité tournée vers l'Occident, parce que le Soleil eſt alors de ce côté-là.

Sept jours ou un peu plus après la nouvelle Lune, nous voyons la moitié de la partie éclairée ſous la forme d'un demi-cercle, quoique ce ſoit le quart d'une ſphere ; cette apparence vient de ce que la convexité de la ligne *a b*, (2), ne peut s'appercevoir, l'œil étant à une trop grande diſtance, & dans le même plan qu'elle. Cette phaſe s'appelle *le premier quartier* de la Lune.

Quatorze jours & demi après la conjonction, la planete ayant parcouru la moitié de ſon orbite, a toute ſa partie illuminée vers la Terre, & nous la voyons comme un

diſque circulaire (3), quoique ce ſoit un hémiſphere ; mais comme rien n'indique à l'œil que les parties du milieu ſont plus avancées vers lui que celles des bords, ils les juge toutes ſur un même plan ; c'eſt ce qu'on nomme la *pleine Lune*. Alors la planete eſt en oppoſition avec le Soleil.

Enfin à compter de cette phaſe, la partie lumineuſe va toujours en décroiſſant pour nous, à meſure que la Lune continue d'avancer dans ſon orbite, comme il eſt aiſé de le comprendre par l'inſpection ſeule de la *Figure* (4, 5, 6) ; de ſorte qu'au 22 on n'apperçoit plus qu'un quartier de la Lune, ſemblable à celui du 7, avec cette différence qu'il a ſa convexité apparente vers l'Orient, d'où lui vient alors la lumiere du Soleil : c'eſt *le dernier quartier*.

Lorſque le croiſſant eſt encore fort étroit, on voit aſſez diſtinctement le reſte du corps de la Lune ; ce qui produit ce phénomene, c'eſt la lumiere du Soleil réfléchie par la ſurface de la Terre ; car notre globe fait à cet égard pour cette planete

XVIII. LEÇON.

ce qu'elle fait pour nous ; comme nous avons clair de Lune, elle a clair de Terre, & avec des phaſes ſemblables à celles qu'elle nous préſente.

Retard de la Lune dans ſon mouvement diurne.

LE LEVER de la Lune ou plutôt ſon paſſage au méridien, retarde tous les jours d'une quantité de temps qui varie : en prenant le terme moyen, ce retard eſt de 48 minutes; cela vient de la même cauſe dont j'ai fait mention précédemment, pag. 107. en obſervant que le Soleil fait ſa révolution diurne un peu plus lentement que le Ciel des étoiles fixes. Le retard de la Lune eſt beaucoup plus conſidérable, parce que la marche de cette planete dans ſon orbite eſt bien plus rapide, que celle du Soleil dans l'écliptique.

Jour de la Lune, ou ſon mouvement de rotation ſur ſon axe.

J'AI remarqué dans la 1ere Section que la Lune nous montre toujours le même hémiſphere ; on s'en apperçoit par les taches qui paroiſſent toujours ſituées à peu-près de même ; il faut, pour cet effet, qu'elle tourne ſur ſon axe préciſément dans le même eſpace de temps qu'elle emploie à faire ſa révolution autour de la Terre.

XVIII. LEÇON.

Mouvement de libration de la Lune.

CEPENDANT les Aſtronomes apperçoivent par un petit mouvement de ces mêmes taches, une ſorte de balancement qu'ils appellent *libration*, & qu'ils attribuent, 1°, à ce que la Lune, comme les autres planetes, va tantôt avec plus, tantôt avec moins de vîteſſe dans ſon orbite, tandis que ſa rotation ſur ſon axe eſt uniforme ; 2°, à ce que le plan de ſon équateur eſt un peu incliné à celui de ſon orbite ; de ces deux cauſes, il réſulte ſelon eux, que la Lune incline un peu tantôt l'un de ſes poles, tantôt l'autre vers la Terre.

La latitude de la Lune rend les éclipſes plus rares.

PAR CE QUE je viens de dire de la marche & des phaſes de la Lune, on voit que dans l'eſpace d'un mois cette planete ſe trouve une fois en conjonction, & une fois en oppoſition avec le Soleil ; ces deux poſitions ou paſſages, que les Aſtronomes appellent *Syzygies*, ſembleroient devoir occaſionner autant d'éclipſes ; car la Lune étant un corps opaque, eſt bien capable de faire ombre ſur la Terre en paſſant entr'elle & le Soleil, & de lui dérober pour un

XVIII. LEÇON.

temps la vue de cet aſtre. Et la Terre à ſon tour ſe trouvant entre les deux aſtres, au temps de leur opoſition, pourroit bien par la même raiſon empêcher la lumiere de l'un de parvenir juſqu'à l'autre. Cependant les pleines Lunes ſe paſſent très-ſouvent ſans être éclipſées, ainſi que les nouvelles Lunes, ſans que le Soleil le ſoit. Et quand l'un ou l'autre de ces deux aſtres s'éclipſe, ce n'eſt pas toujours de la même quantité, ni par le même bord du diſque.

Mouvement des nœuds de ſon orbite, contribue encore à rendre les éclipſes moins fréquentes.

Ce qui fait qu'il n'y a pas toujours éclipſe aux nouvelles & aux pleines Lunes, c'eſt premiérement que l'orbite de la Lune eſt inclinée, comme je l'ai déja dit, d'environ 5 degrés au plan de l'écliptique, & en ſecond lieu, que les nœuds de cet orbite ont un mouvement progreſſif qui les fait changer de place à chaque lunaiſon. Arrêtons-nous un moment à ce dernier phénomene.

Le Cycle lunaire ou le Nombre d'or.

Le retour de la Lune au Soleil ſe faiſant après 29 jours $12^h. 44'$, les 12 lunaiſons, au lieu de faire une année commune, ne font que 354 jours $\frac{1}{2}$, d'où il ſuit que ſi la Lune eſt nouvelle

velle au commencement de l'année, elle ne le ſera pas au commencement de l'année ſuivante ; elle ſera alors âgée de 11 jours. Au bout de 3 ans, il y aura 37 lunaiſons & environ trois jours de plus ; mais au bout de 19 ans, les nouvelles & pleines Lunes ſe retrouvent aux mêmes quantiemes, & preſqu'aux mêmes heures, parce que 19 ans ou 228 de nos mois, répondent à un nombre exact de lunaiſons, ſavoir, à 235. Cette révolution de 19 ans eſt ce qu'on nomme *le Cycle lunaire*, ou *le Nombre d'or*.

XVIII. LEÇON.

L'année de la naiſſance de Jeſus-Chriſt étoit la 2e du Nombre d'or ; c'eſt pour cela que pour avoir le Nombre d'or qui répond à telle ou telle année de l'Ere chrétienne, il faut ajouter 1 à cette année, & diviſer le tout par 19 ; ce qui reſte eſt le nombre qu'on cherche. Ainſi pour l'année 1764, par exemple, il faut diviſer la ſomme 1765 par 19, il reſte 17 qui eſt le Nombre d'or pour l'année 1764.

Les Epactes.

LES lunaiſons ne reviennent pas préciſément à la même heure tous les 19 ans ; la différence monte à

XVIII. LEÇON.

un jour dans l'eſpace de 304 ans. C'eſt pourquoi l'on a imaginé depuis la découverte du Nombre dor, d'autres nombres qu'on nomme *Epactes*, qu'on fait répondre au Nombre d'or, & qui ſervent à trouver l'âge de la Lune avec plus de préciſion. Les épactes expriment pour chaque année l'âge qu'avoit la Lune à la fin de l'année précédente. A la fin de l'année 1759, par exemple, la Lune étoit âgée de 12 jours, c'eſt-à-dire, qu'il y avoit 12 jours écoulés depuis la nouvelle Lune; ces 12 jours font ce qu'on appelle *Epacte* pour l'année 1760.

Suivant ce qui a été dit ci-deſſus, on voit que l'épacte augmente de 11 jours chaque année. Si l'on veut trouver les épactes pendant ce ſiecle, il faut diviſer le Nombre d'or par 3, s'il reſte 1 à la diviſion, on ôte 1 du Nombre d'or pour avoir l'épacte: s'il reſte 2, on ajoute 9 au nombre d'or; & s'il reſte 3, on ajoute 19, & l'on a l'épacte. Si la ſomme excede 30, l'excès ſera l'épacte. En 1764, par exemple, le Nombre d'or eſt 17, lequel nombre étant diviſé par 3, il reſte 2. C'eſt pourquoi au Nombre

d'or 17, j'ajoute 9; la ſomme 26 eſt l'épacte que je cherche. XVIII. LEÇON.

Par-là, il eſt aiſé de trouver l'âge de la Lune pour un jour ſuppoſé; il n'y a qu'à ajouter enſemble ces trois choſes, l'épacte de l'année, le nombre des mois écoulés depuis Mars incluſivement, & le quantieme du mois; la ſomme ſera l'âge de la Lune. Mais ſi cette ſomme ſurpaſſe 30, le ſurplus eſt l'âge de la Lune ſi le mois a 31 jours; mais s'il n'en a que 30, ce ſera le ſurplus au-delà de 29 qu'il faudra prendre. Suppoſons, par exemple, qu'on demande l'âge de la Lune pour le 25 Avril 1764, on additionnera enſemble 26 d'épacte, 2 pour le nombre des mois, & le quantieme qui eſt 25; la ſomme ſera 53, d'où l'on ôtera 29, parce qu'Avril n'a que 30 jours; le reſte 24 eſt l'âge de la Lune pour le 25 Avril 1764.

POUR en revenir aux éclipſes, je dis que ces deux cauſes combinées, ſavoir l'inclinaiſon de l'orbite de la Lune, & le mouvement progreſſif des nœuds de cet orbite les rendent poſſibles, & en diminuent en même

XVIII. LEÇON.

temps la fréquence ; car de ce que l'orbite eſt inclinée d'un certain nombre de degrés, il arrive très-ſouvent qu'aux temps de l'oppoſition & de la conjonction, la Lune a aſſez de latitude, ou ce qui eſt la même choſe, eſt aſſez élevée au-deſſus, ou aſſez abaiſſée au-deſſous du plan de l'écliptique, pour que la lumiere du Soleil parvienne ſans obſtacle juſqu'à elle dans le premier cas, & juſqu'à la Terre dans le ſecond. Mais parce que les nœuds, au lieu d'être fixes, parcourent ſucceſſivement les différents points de l'écliptique, il peut arriver, & il arrive en effet de temps en temps, qu'ils ſe rencontrent avec les Syzigies, c'eſt-à-dire, que la Lune ſe trouve, ou dans le plan même, ou fort près du plan de l'écliptique, lorſqu'elle entre en oppoſition ou en conjonction avec le Soleil : dans le premier cas l'ombre de la Terre la couvre en tout ou en partie ; dans le ſecond, c'eſt elle qui nous cache le Soleil plus ou moins. Aidons-nous d'une figure.

Cauſes des Eclipſes.

Eclipſes de Lune.

COMME le Soleil & la Terre ne ſortent point du plan de l'éclipti-

que, le centre de l'ombre de celle-ci y eſt auſſi : je repréſente ici cette ombre par les taches noires & circulaires, *A*, *B*, *C*, *I*, (*fig.* 29) que je fais couper diamétralement par une portion *E E* de la circonférence de l'écliptique. Soit préſentement *L L* une portion de l'orbite de la Lune, & l'un de ſes nœuds au point *N*.

XVIII. LEÇON.

Lorſque la planete ayant beaucoup de latitude comme *F*, ſe trouve en oppoſition avec le Soleil, elle reçoit librement la lumiere de cet aſtre par-deſſus l'ombre de la Terre ſi l'oppoſition arrive avant le nœud deſcendant, comme nous le ſuppoſons dans *la Figure* ; ou par-deſſous, ſi c'eſt avant le nœud montant. Si elle a moins de latitude comme *G*, une partie de ſon diſque eſt couvert par l'ombre de la Terre, & cette éclipſe n'eſt que *partiale*, parce que la planete n'eſt éclipſée qu'en partie. Si elle a encore moins de latitude comme *H*, l'éclipſe devient preſque *totale*. Enfin ſi l'oppoſition arrive juſtement lorſque la Lune eſt dans le nœud de ſon orbite, l'éclipſe eſt non-ſeulement totale, mais *centrale*.

XVIII. LEÇON.

La Lune totalement éclipſée, ne ceſſe pas pour cela d'être viſible; elle paroît ſous une couleur de cuivre rouge, ou d'un fer ardent qui commenceroit à s'éteindre. Cet effet vient des rayons ſolaires qui ſe réfractent dans l'atmoſphere terreſtre, & qui ſe croiſant après, vont illuminer foiblement l'aſtre qui ne reçoit plus les rayons directs. Cette lumiere eſt foible, parce qu'elle eſt en petite quantité; & elle eſt rouge, parce qu'il n'y a gueres que les rayons propres à produire cette couleur, qui ayent la force de percer entiérement l'épaiſſeur de notre atmoſphere en pareille circonſtance.

Eclifes de Soleil.

Par une figure à peu-près ſemblable à la précédente, & en ſuppoſant le diſque ſolaire aux places des taches noires par leſquelles j'ai repréſenté l'ombre de la Terre, on peut comprendre aiſément comment la nouvelle Lune peut ſe paſſer ſans éclipſe de Soleil, comment elle peut l'occaſionner, & pourquoi celles qui ont lieu ne ſont pas toujours ni de la même grandeur, ni de la mêmef orme. Car quand la Lune

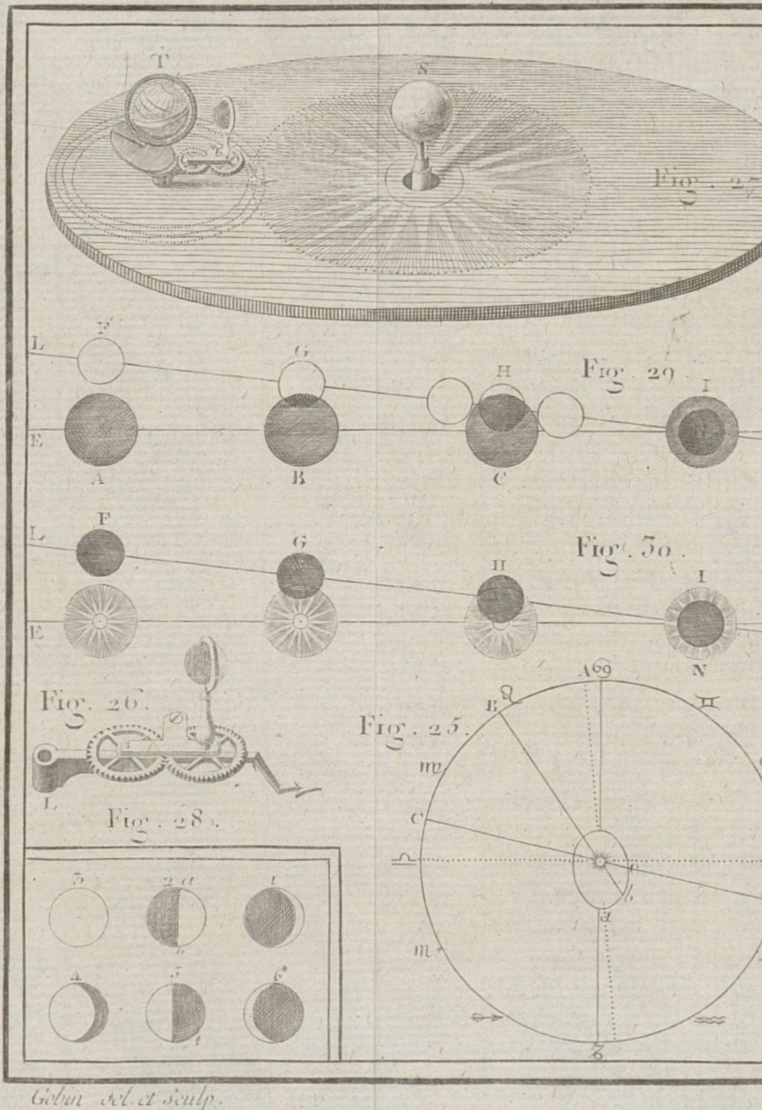
au temps de ſa conjonction, a une latitude ſuffiſante comme *F* (*fig.* 30), elle n'empêche pas que le Soleil qui eſt plus loin qu'elle par rapport à nous, ne nous éclaire comme dans tout autre temps; parce que la lumiere de cet aſtre paſſe ou par-deſſous ou par-deſſus, ſuivant que la latitude de cette planete eſt boréale ou auſtrale. Quand elle en a moins, comme *G* ou *H*, elle nous couvre en paſſant une partie plus ou moins grande du diſque ſolaire : ſi la conjonction ſe fait à l'endroit même du nœud comme *I*, alors l'éclipſe eſt centrale : mais elle n'eſt pas pour cela toujours totale; parce que ſi le diſque apparent de la Lune n'eſt point aſſez grand pour couvrir entiérement celui du Soleil, celui-ci déborde l'autre tout autour comme un anneau lumineux, ce qui fait qu'on appelle cette éclipſe *annulaire*, I N (*fig.* 30).

Cet anneau eſt plus ou moins large, ſelon que les diſques apparents du Soleil & de la Lune ſont plus ou moins grands au temps de l'éclipſe. Pour bien entendre ceci, il faut ſe ſouvenir que ces deux aſtres en parcourant leurs orbites, ſont tantôt

XVIII. Leçon.

plus loin, tantôt plus près de la Terre, ce que j'ai fait connoître ci-devant ſous les noms d'apogée & de périgée: or ſelon les loix de l'Optique, les objets nous paroiſſent plus grands quand ils ſont plus près de nous, & plus petits quand ils en ſont plus éloignés. Le diſque apparent d'un aſtre eſt donc plus petit dans l'apogée que dans le périgée; ſi lorſque l'éclipſe arrive, la Lune ſe trouve dans ſon apogée, ou qu'elle en approche, & qu'au contraire dans le même temps le Soleil ſoit au périgée ou à peu-près, le diſque de la Lune ſuffira moins que jamais, pour couvrir entiérement celui du Soleil; & l'on doit comprendre qu'il le couvrira davantage, ou entiérement, quand les deux circonſtances que je viens de ſuppoſer ſeront moins complettes, que l'une des deux manquera, ou que même les circonſtances oppoſées auront lieu, c'eſt-à-dire, quand le Soleil étant dans ſon apogée, la Lune ſera dans ſon périgée: alors l'éclipſe de Soleil ſera non-ſeulement totale, mais encore *avec demeure.*

La



Gobin del. et Sculp.

La Lune paſſe devant le Soleil, parce qu'elle chemine plus vîte dans ſon orbite, que lui dans l'écliptique, mais comme l'un & l'autre mouvement ſont dirigés d'Occident en Orient, c'eſt auſſi dans ce ſens que le premier de ces deux aſtres gagne le ſecond de vîteſſe : c'eſt pourquoi l'on voit toujours le Soleil commencer à s'éclipſer par ſon bord occidental. Et par la même raiſon dans l'eclipſe de Lune, c'eſt toujours le bord oriental de cette planete, qui ſe plonge le premier dans l'ombre de la Terre ; car cette ombre, qui ne va point plus vîte que le Soleil, doit être rencontrée par la Lune ſuivant la direction du mouvement reſpectif de celle-ci, laquelle eſt, comme je viens de le dire, d'Occident en Orient.

Dans chaque éclipſe de Soleil ou de Lune, il y a principalement trois choſes à obſerver, ſur leſquelles les Aſtronomes ſont très-attentifs, & qui exigent de leur part certaines précautions aſſez délicates ; ſavoir, l'immerſion, le milieu de l'éclipſe, & l'émerſion : l'immerſion eſt l'en-

XVIII. Leçon.

trée d'un aſtre dans l'ombre de celui qui doit l'éclipſer ; il faut en ſaiſir le commencement, & la fin qui ſe nomme *l'immerſion totale* : l'émerſion eſt la ſortie hors de l'ombre ; on fait pareillement tout ce qu'on peut, pour en obſerver exactement le commencement, & la fin qui s'appelle *l'émerſion totale*.

Pour meſurer la grandeur d'une éclipſe, on ſuppoſe qu'on a diviſé en 12 parties égales, qu'on nomme *doigts*, la largeur de l'aſtre éclipſé, ou plutôt celui de ſes diametres qui coupe l'ombre par ſon centre au moment même du milieu de l'éclipſe; puis en comptant combien de ces parties ſont couvertes par l'ombre, on dit telle éclipſe a été de 3, de 4, de 6 doigts, &c.

Comme la Lune eſt de beaucoup plus petite que la Terre, ſon ombre forme auſſi un cône bien moins gros, & ſi court que, quand cette planete eſt dans ſes moyennes diſtances ſeulement, la pointe n'atteint pas juſqu'à la ſurface de la Terre ; delà il arrive deux choſes qu'il eſt bon de remarquer : 1°, qu'une éclipſe de

Soleil, fût-elle centrale, n'eſt pas viſible pour toutes les parties de la Terre qui doivent être alors éclairées par cet aſtre, & que celles-là même qui l'apperçoivent, ne voient pas le Soleil éclipſé de la même quantité; au lieu qu'une éclipſe de Lune par la raiſon contraire, s'apperçoit par-tout où cette planete ſeroit viſible ſi elle n'étoit point éclipſée. 2°, Que l'anneau lumineux qui entoure le diſque de la Lune, lorſqu'il couvre concentriquement le Soleil, ne dure que quelques minutes pour le même lieu, parce que, pour le voir parfaitement, il faut avoir l'œil dans l'axe prolongé de l'ombre lunaire, lequel chemine auſſi vîte que le mouvement de la Lune ſurpaſſe en vîteſſe celui du Soleil.

XVIII. LEÇON.

Réflexions ſur les cauſes des mouvements réels qu'on obſerve dans les Cieux.

J'AI expoſé dans les deux Sections précédentes, les phénomenes céleſtes les plus connus, ou qu'il importe le plus de connoître; je les ai déduits immédiatement des mouvements réels ou apparents que les Obſervations nous garantiſſent. Je ſens bien que cette Leçon ſeroit plus

XVIII. LEÇON.

complete ſi je pouvois développer ici, & faire connoître les premiers reſſorts de ces mouvements, les cauſes phyſiques, par leſquelles tout le ſyſtême planétaire s'entretient dans l'état où l'Auteur de la nature l'a mis en lui donnant l'exiſtence; mais quelque parti que je priſſe ſur cela, je ne pourrois offrir à mes Lecteurs que des hypotheſes ou défectueuſes & preſque abandonnées, ou plus heureuſes à la vérité, mais qu'on ne peut, ſans leur faire tort, renfermer dans les limites que ces Leçons élémentaires exigent.

Je me contenterai donc de rappeller ici une partie de ce que j'ai prouvé touchant les forces centrales dans la ſeconde Section de la Ve Leçon, en ajoutant un mot de ce que penſent la plupart des Mathématiciens ſur la nature de ces forces conſidérées dans les mouvements des aſtres, afin ſeulement de faire entrevoir comment, à l'aide d'obſervations plus recherchées & plus exactes qu'elles ne l'avoient été dans les ſiecles paſſés, on eſt parvenu à expliquer les phénomenes céleſtes avec

plus de vraiſemblance, & plus complétement qu'on ne l'avoit pu faire auparavant. XVIII. Leçon.

On ſe ſouviendra donc, 1°, qu'un mobile quelconque, qui décrit une courbe rentrante ſur elle-même, annonce d'une maniere certaine que ſon mouvement eſt produit & entretenu par deux forces ou puiſſances, dont l'une le tire ou le pouſſe vers un endroit déterminé de l'eſpace circonſcrit par cette courbe, tandis que l'autre le ſollicite à s'éloigner de ce même endroit par la tangente de la courbe qu'il décrit.

2°, Que la nature de la courbe décrite par le mobile, dépend du rapport d'intenſité & de direction que gardent entr'elles ces deux forces, que nous avons nommées *centripete & centrifuge*.

De ſorte que ſi pendant la révolution entiere du mobile, chacune d'elles demeure conſtamment la même, la courbe dont il s'agit devient un cercle.

Si dans le cours de la révolution, les deux forces qui la produiſent, changent de rapports, mais d'une

XVIII. Leçon.

maniere ſymmétrique ; c'eſt-à-dire, par exemple, que dans le 1er & le 3e quart la force centrifuge augmente d'une certaine quantité ; que dans le 2e & le 4e elle diminue d'autant, il en éſultera une courbe ſymmétrique, & toujours rentrante.

Si au contraire les décroiſſements ou les augmentations de l'une des deux forces ſe font irréguliérement, la courbe décrite ſe reſſentira de cette irrégularité, quoiqu'elle rentre ſur elle-même par le retour des deux forces à leur premier rapport.

Ces principes étant poſés, quand nous voyons une planete principale, comme Jupiter ou Saturne, tourner autour du Soleil ; quand nous obſervons pareillement que les planetes du ſecond ordre, comme la Lune, font des révolutions périodiques autour de leurs planetes primitives, nous pouvons conclure en toute ſûreté, que tous ces aſtres ſont animés par deux forces ; que l'une les pouſſe ou les tire vers l'aſtre autour duquel ils circulent, tandis que l'autre tend à les en éloigner par la tangente de la courbe qu'ils ſuivent en circulant ainſi.

Et comme les obſervations nous apprennent que les orbites des planetes, tant du premier que du ſecond ordre, ne ſont point des cercles, mais des ellipſes, il faut croire que dans le cours de chaque révolution, les deux forces qui produiſent cette courbe, changent pluſieurs fois de rapport, & d'une maniere à peu-près ſymmétrique, reprenant à la fin de la révolution la même qu'elles avoient en la commençant.

XVIII. LEÇON.

Mais d'où viennent originairement ces deux forces, & de quelle nature ſont-elles, pour faire ſubſiſter tous ces mouvements ſans altération ſenſible pendant un ſi grand nombre de ſiecles? Voilà ce qui intrigue depuis long-temps les Philoſophes, & ſur quoi leur imagination s'eſt exercée avec plus d'efforts que de ſuccès. Leurs méditations ſur ce ſujet n'ont encore produit que des hypotheſes pour ou contre leſquelles on diſpute éternellement, qu'on admet ou qu'on rejette, ſuivant qu'on eſt bien ou mal prévenu à leur égard, ou plutôt à l'égard des Auteurs ou des Nations qui les dé-

XVIII. LEÇON.

fendent. Car dans ce monde l'eſprit de parti ſe mêle de tout, & s'enflamme ſur toutes ſortes d'objets.

Je ne ſais ſi je me trompe ; mais il me ſemble que Newton s'y eſt pris d'une maniere bien ſage & bien raiſonnable : au lieu de s'amuſer à chercher & à deviner les cauſes premieres, pour en déduire enſuite les phénomenes comme des conſéquences, il a commencé, au contraire, par bien examiner ce qui ſe paſſoit ſous ſes yeux & autour de lui ; il en a étudié les cauſes immédiates ; il en a fait l'application à des effets plus éloignés, & en remontant ainſi du petit au grand, du plus connu à ce qui l'étoit moins, il eſt parvenu à expliquer d'une maniere très-heureuſe, les plus grands mouvements de la nature ; & ce qui inſpire une grande confiance pour la route qu'il a ſuivie, c'eſt qu'en marchant ſur ſes pas, en ſuivant ſa méthode, on ramene tous les jours à ſes principes des phénomenes de détail qui ſembloient s'en écarter, des eſpeces d'exceptions qu'il avoit laiſſées en arriere, ou dont on n'a-

voit pas encore connoiſſance de ſon temps.

XVIII. Leçon.

Pluſieurs Philoſophes avant Newton, avoient ſoupçonné dans les corps une tendance mutuelle des uns vers les autres ; parce qu'en effet il y a bien des cas où nous les voyons s'approcher & ſe joindre, ſans que nous appercevions (au moins clairement) une cauſe externe à qui l'on puiſſe attribuer cet effet. Si cette tendance étoit une vertu innée dans la matiere, elle devroit être, dit-on, proportionnée à la maſſe des corps ; & il ſeroit naturel de penſer, qu'à différentes diſtances, elle devroit agir plus ou moins fortement, & ſuivre en cela une certaine loi.

Newton adoptant cette idée, & regardant la propenſion que les corps ont à ſe joindre comme un phénomene général, ſans ſe mettre aucunement en peine de décider s'il a lieu par une force intrinſeque & innée dans la matiere, ou s'il eſt produit par une cauſe méchanique & externe, qui échappe à nos ſens & à nos recherches ; Newton, dis-je,

XVIII. LEÇON.

partant de ce point, ſuppoſa que les corps peſent les uns vers les autres, & s'attirent mutuellement en raiſon directe des maſſes, & en raiſon inverſe du quarré de la diſtance: il fit d'ailleurs abſtraction de tout milieu réſiſtant, & conſidéra les Cieux, ſinon comme une eſpace vuide, au moins comme remplis d'un fluide incapable d'altérer, par ſa réſiſtance, les mouvements des corps céleſtes.

Dans cette hypotheſe, il examina avec une ſagacité digne de ſon vaſte génie, & par des calculs auſſi exacts que pénibles, ce qui devroit arriver à des portions de matieres qui ſe trouveroient dans des circonſtances ſemblables à celles où les obſervations nous apprennent que ſont les planetes, tant du premier que du ſecond ordre; les réſultats de ſes opérations lui apprirent que ces portions de matieres ſuppoſées, devroient faire tout ce qu'on voit faire, à peu de différence près, aux corps qui compoſent notre ſyſtême planétaire. C'eſt ce que peuvent voir en détail ceux qui ſont en état d'enten-

dre ſon livre *des Principes de la Philoſophie Naturelle*, ſoit en étudiant l'original, ſoit en liſant les traductions qu'on en a faites, & en s'aidant des Commentaires qu'on y a joints (a). Les perſonnes qui ne ſeront point aſſez initiées en Mathématiques, pour entreprendre une pareille lecture, pourront y ſubſtituer celle *des Eléments de Phyſique de M. Graveſende*, Tome II, Livre VI, IIe Partie, ou *les Traités Elémentaires d'Aſtronomie* que j'ai recommandés au commencement de cette Leçon.

XVIII. LEÇON.

Ce que Newton n'a pris que comme une hypothèſe, lui a ſi bien réuſſi, que bien des gens aujourd'hui regardent l'attraction comme une cauſe premiere, & innée dans la matiere, comme une vertu qui ne dépend d'aucun méchaniſme, mais ſeulement de la volonté toute libre & toute puiſſante du Créateur, qui a pu, diſent-ils, pourvoir à la durée

(*a*) Voyez la Traduction & les Notes des RR. PP. Jaquier & le Seur, Minimes, imprimée à Genève en 1739; & celle de Madame la Marquiſe du Châtelet, imprimée à Paris en 1759.

XVIII. LEÇON.

des mouvements dont il a originairement animé l'Univers, par deux moyens auſſi-bien que par un ſeul, par l'attraction réciproque des corps & par l'impulſion que nous leur voyons exercer les uns ſur les autres.

Cette opinion a de la vraiſemblance; & il ne faut pas s'étonner qu'elle entraîne à elle un grand nombre de Mathématiciens occupés des mouvements céleſtes, & qui ont pour objets de leurs recherches les plus grands phénomenes de la nature. Mais il faut convenir que la Phyſique de nos jours, qui ſe glorifie d'être purgée à jamais de ces qualités occultes qui l'avoient rendu ſi ridicule, ne doit point voir, ſans peine, qu'on faſſe rentrer dans la matiere une vertu abſtraite, un être inconnu, & même inintelligible, & qui ne tient en rien au Méchaniſme. Il n'eſt pas moins dur pour les Phyſiciens de reconnoître dans les Cieux une matiere ſans réſiſtance, ou comme telle; c'eſt preſque dire une matiere qui n'eſt point matiere: d'ailleurs l'attraction, proprement dite, n'eſt pas auſſi heureuſe ſur la Terre

qu'elle paroît l'être dans le Ciel ; je veux dire qu'elle cadre moins bien avec les effets naturels que nous avons ſous les yeux, qu'avec ceux que nous ne voyons que de loin, & dont nous ne ſaurions appercevoir toutes les nuances. Tous les jours on découvre dans la Phyſique expérimentale, que ce qu'on vouloit attribuer à ce principe, s'explique auſſi-bien, & ſouvent même encore mieux, par l'impulſion ; ou s'il eſt quelque cas où elle n'aille pas auſſi-bien en apparence, il faut, pour y ajuſter l'attraction, lui attribuer d'autres loix que celles ſuivant leſquelles on la fait agir, pour rendre raiſon de ce qu'on obſerve dans les Cieux (a).

Auſſi ne faut-il pas croire que tous ceux qui comptent ſur la tendance que les corps céleſtes ont les uns vers les autres, & qui expriment ce fait par le mot d'*attraction*, ad-

(a) Voyez ce que j'ai dit de l'attraction proprement dite dans l'Appendice qui eſt à la fin de la VIIIe Leçon, Tome II, au ſujet des Tuyaux Capillaires, & des cauſes de la dureté & de la fluidité des corps.

XVIII. LEÇON.

mettent pour cela cet être métaphyſique dont il eſt ici queſtion ; c'eſt une expreſſion commode pour tout Aſtronome, pour tout Mathématicien qui traite du mouvement des aſtres, mais qui ne tire point à conſéquence ni pour ni contre l'idée qu'il a du principe.

J'ai regret de terminer cette Leçon ſans parler du flux & du reflux de la mer : ce phénomene qui dépend viſiblement de l'action de la Lune & de celle du Soleil ſur le globe terreſtre, ſe préſente naturellement à la ſuite de ce que je viens d'expoſer touchant ces trois corps, & il eſt aſſez curieux & aſſez important pour intéreſſer nos Lecteurs ; mais c'eſt par cette raiſon même que je me trouve comme forcé de le renvoyer à une autre occaſion. Il y a trop à dire, tant ſur ce grand effet, que ſur ſes cauſes ; & pour ſe mettre paſſablement au fait, il eſt ſi néceſſaire d'en bien ſaiſir toutes les circonſtances, qu'il vaut mieux, à mon avis, n'en rien dire que de n'en point dire aſſez : l'abondance des matieres que j'ai à faire entrer dans ce volume, ne

me permet pas de traiter ce ſujet avec l'étendue qu'il exige ; mon deſſein eſt, d'y revenir ainſi qu'à pluſieurs autres queſtions que j'ai omiſes, ou un peu trop reſſerrées dans le cours de cet Ouvrage ; ce ſera dequoi former le ſupplément que j'ai promis dans ma Préface, & que je regarde comme un engagement contracté, dont je déſire fort de pouvoir m'acquitter.

On pourra lire ſur le flux & reflux de la mer, les quatre pieces qui ont remporté le prix propoſé par l'Académie Royale des Sciences en 1740. Les phénomenes y ſont expoſés avec beaucoup d'ordre & d'exactitude ; & quant aux cauſes, quoique les Auteurs ne les faſſent point dériver des mêmes principes, on y verra avec plaiſir que chacun d'eux fait valoir en habile homme celui qu'il a adopté ou imaginé.

XIX. LECON.

Sur les propriétés de l'Aimant.

XIX. Leçon.

AVANT que l'on ſût de quelle utilité pouvoit être l'Aimant, on le regardoit déjà comme une merveille qui méritoit une attention toute particuliere : & en effet, eût-il été poſſible de voir ſans intérêt & ſans admiration deux matieres (l'aimant & le fer) à l'excluſion de toute autre, s'affectionner, pour ainſi dire, au point de ſe chercher, de ſe joindre, & de s'attacher enſemble avec une force qui égale quelquefois l'effort d'un poids de 60 ou 80 livres. C'eſt une eſpece de prodige non-ſeulement aux yeux du vulgaire qui ne ſoupçonne rien au-delà de ce qu'il voit ; mais le Phyſicien même qui cherche, & qui croit trouver la cauſe ſecrete de ce phénomene dans l'action d'un fluide inviſible, qui pouſſe ces deux corps l'un vers l'autre,

XIX. LEÇON.

l'autre, eſt toujours fort embarraſſé de dire pourquoi dans toute la nature il n'y a que deux êtres ſoumis à cette impulſion, & comment avec un contact d'une ſi petite largeur, la preſſion du fluide prétendu peut devenir ſi grande. La curioſité ſeule auroit fait de cette double queſtion un ſujet digne de recherches; l'intérêt s'y eſt joint lorſque l'on a découvert la direction de l'aimant, & que l'on a apperçu l'avantage qu'on en pouvoit tirer, pour la navigation principalement. Quels efforts n'a point fait depuis l'eſprit humain, pour augmenter & perfectionner ſes connoiſſances à cet égard! les plus habiles Phyſiciens du ſiecle précédent & de celui-ci, ont preſque tous donné une partie de leur temps à cette étude. Que d'expériences & d'obſervations pour découvrir les loix de la vertu magnétique! que d'hypotheſes pour en expliquer les cauſes!

Si je voulois rapporter ici tout ce qui a été fait & dit ſur cette matiere, je paſſerois de beaucoup les bornes que je me ſuis preſcrites dans

XIX. LEÇON.

cet Ouvrage, & ce que j'en rapporterois ne ſeroit peut-être pas ce qu'on y trouveroit de plus utile; de tout ce que l'on a pu ſavoir juſqu'ici de l'aimant, je n'expoſerai donc que ce qui me paroîtra le plus intéreſſant, & le plus propre à faire connoître ſes principales propriétés; je me ſervirai de la connoiſſance même des effets, pour remonter, autant qu'il ſera poſſible, à celle de leurs cauſes.

L'origine, la nature, & les qualités ſenſibles de l'Aimant.

L'AIMANT eſt une pierre qui ſe trouve communément dans les mines de fer ou de cuivre, ou dans leur voiſinage: celui qu'on eſtime le plus, vient des Indes; on en apporte auſſi d'aſſez bons d'Italie, d'Allemagne, de Suede & d'Eſpagne: les Droguiſtes à Paris en tiennent dans leurs magaſins des tonneaux pleins qu'ils font venir d'Auvergne, & dont on fait uſage pour certains remedes extérieurs. Dans la grande quantité, j'en ai quelquefois trouvé des morceaux qui méritoient d'être armés; mais cela eſt rare, & la vertu de ces aimants eſt toujours médiocre.

M. de Réaumur regardoit le fer

comme un aimant imparfait, & d'autres conſiderent l'aimant comme un fer mêlé de parties terreſtres, & des autres principes qu'on y reconnoît, en l'examinant ſelon les regles de la Chymie. Ce qu'il y a de certain, c'eſt qu'on a vu la rouille de fer, mêlée avec des parties graſſes & de la pierre commune, former par ſucceſſion de temps un composé tout-à-fait ſemblable à l'aimant naturel (a). Quoi qu'il en ſoit, ce minéral a les caracteres diſtinctifs des pierres; il ſe calcine au feu, il ſe pulvériſe ſous le marteau : & il n'a pas ceux des métaux; il n'eſt ni fuſible, ni malléable.

XIX. LEÇON.

Cette pierre eſt ordinairement dure & brune : cependant j'en ai vu des morceaux qui étoient d'un blanc griſâtre; & d'autres qui étoient tellement tendres, qu'on pouvoit les entamer avec l'ongle; la couleur & la dureté ne tirent point abſolument à conſéquence; car les morceaux dont je viens de parler, étoient paſſablement forts. L'aimant ne peſe

(a) Hiſtoire de l'Acad. des Sciences 1731, page 20.

XIX. LEÇON.

point tout-à-fait autant que le fer (a) ; mais il peſe plus que les pierres dont la dureté égale à peu-près la ſienne, comme le marbre, le le caillou, &c.

Propriétés de l'Aimant; comment on découvre s'il a des poles.

TOUTES les pierres d'aimant n'ont point cette vertu, & ces propriétés dont nous avons à parler dans cette Leçon. Pour s'en aſſurer, il faut les plonger dans de la limaille de fer (ou d'acier, car l'un & l'autre doivent être regardés ici comme ne faiſant qu'un ſeul & même métal); & ſi la pierre retient cette limaille, qu'elle en paroiſſe hériſſée, & qu'à deux endroits oppoſés, qu'on doit nommer *les Poles*, ces petites barbes de fer s'élevent preſque perpendiculairement à la ſurface, comme on peut voir en *A* & en *B*, (*fig.* 1), alors on peut compter que cet aimant aura les propriétés dont nous allons parler en détail.

(*a*) D'autres que moi prétendent que l'aimant peſe ſpécifiquement autant ou plus que le fer, & ils peuvent avoir raiſon ; la différence de nos opinions vient apparemment de ce que l'Aimant étant une matiere fort mêlée de parties hétérogenes, ſa peſanteur ſpécifique varie ſuivant les individus.

XIX. LEÇON.

L'attraction

PREMIERE PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

L'Aimant attire le fer ; c'eſt-à-dire, que ces deux matieres ſe portent l'une vers l'autre, ou tendent à ſe joindre, & que lorſqu'elles ſe touchent, on ne peut les ſéparer ſans effort.

I. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Il faut eſſuyer la pierre qui eſt repréſentée par la *Figure* 1ere ; & tenir un de ſes poles à la diſtance d'un demi-pouce ou environ d'un carton ſur lequel on aura répandu de la limaille de fer.

EFFETS.

On voit la limaille s'élancer vers la pierre, & former à ſa partie inférieure une eſpece de barbe, comme on le peut voir par la *Figure* 2.

II. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

La *Figure* 3 repréſente une cuvette pleine d'eau, ſur laquelle on fait flotter un petit Cygne d'émail

XIX. LEÇON.

qui eſt creux, & qui tient dans ſon bec un bout de fil de fer plié en pluſieurs ſens comme une petite anguille.

EFFETS.

Lorſqu'on préſente l'aimánt par l'un de ſes poles, près de la tête du Cygne, la petite anguille de fer qu'il tient en ſon bec eſt attirée, & toute la figure obéit à cette attraction; elle fait autant de chemin que l'on veut, ſi l'on a ſoin d'éloigner la pierre à meſure que le Cygne approche, & ſi le fer & l'aimant ſe joignent, on eſt obligé de ſe ſervir des deux mains, pour les ſéparer.

OBSERVATIONS.

Armure; de quel métal il convient de la faire.

Quoiqu'une pierre d'aimant qui a des poles, attire toujours le fer ſans aucune préparation, il s'en faut bien qu'elle ait autant de force étant nue, que quand elle eſt *armée*, c'eſt-à-dire, quand chacun de ſes poles eſt revêtu d'une lame de fer, terminée par une petite maſſe qui excede de quelques lignes la ſurface inférieure de la pierre, comme *N*, *S*,

(*fig.* 4). La différence eſt ſi grande, que l'aimant qui eſt repréſenté ici, & que je garde depuis 15 ans, peut à peine ſoutenir une demi-livre de fer lorſqu'il eſt nud ; & avec ſon armure, il porte facilement un poids de 27 livres & demie.

XIX. LEÇON.

Ce qu'il y a de ſingulier encore, c'eſt que la pierre n'agit point immédiatement ; c'eſt aux maſſes de fer *S*, *N*, qu'il faut que le contact ſe faſſe ; c'eſt pourquoi l'on fait un portant de fer *C*, auquel on accroche le poids que l'aimant eſt en état de porter.

Comme l'acier n'eſt autre choſe que du fer préparé par le mélange de quelques matieres étrangeres qu'on y incorpore, & que, par conſéquent, il eſt moins fer qu'il n'étoit avant cette préparation, on s'étoit perſuadé qu'il en étoit moins propre à faire les armures de l'aimant, & le portant qui communique de l'une à l'autre : des Expériences de M. Dufay (a) ont montré qu'il faut les faire en effet avec du

(a) Voyez les Mém. de l'Acad. des Sciences de 1730, pag. 155 & ſuiv.

XIX. LEÇON.

fer doux ; mais en retenant cette pratique, qui eſt bonne, il faut renoncer, je penſe au raiſonnement qui l'a ſuggérée ; car nous verrons par la ſuite, que l'acier trempé très-dur, s'aimante mieux que le fer doux : ce n'eſt pas pour la premiere fois qu'un mauvais raiſonnement a donné occaſion à une bonne découverte.

Différents degrés de force dans les Aimants.

TOUTES les pierres d'aimant n'ont point une égale force ; & il n'y a gueres que l'épreuve même qu'on en fait, qui puiſſe montrer ce que chaque aimant peut faire ; car la groſſeur, la couleur, le degré de dureté, &c. ſont des ſignes extrêmement équivoques : en général, on peut dire que les petites pierres ont plus de force à proportion que les grandes ; on trouvera bien plus fréquemment un aimant qui peſant deux onces, en ſoutienne 20, qu'un autre de deux livres qui porte dix fois ſon poids : cette différence paroît être fondée ſur ce que la force de l'aimant tient principalement à ſes poles ; dans une groſſe pierre ils ſont trop étendus ; la vertu qui en

en émane n'eſt point ſi concentrée.

On remarque auſſi que la figure & les dimenſions y entrent pour quelque choſe; quand les poles ſont fort diſtants l'un de l'autre, c'eſt la diſpoſition la plus avantageuſe qu'ils puiſſent avoir. Il ne faut par douter auſſi que la puiſſance d'un aimant ne dépende beaucoup de la façon dont il eſt armé: Joblot & Buterfield ſe ſont diſtingués dans ce genre au commencement de ce ſiecle, parce qu'ils ont joint beaucoup d'intelligence à une longue pratique. Aujourd'hui le ſieur Pierre le Maire les remplace aſſez bien; & l'on eſt heureux de trouver dans l'occaſion un ouvrier qui entende ce qu'il fait.

Le fer ſeul attirable par l'Aimant.

L'OPINION commune eſt que l'aimant n'attire que du fer; cependant M. Geofroy le Médecin, trouva que les cendres de pluſieurs végétaux obéiſſoient auſſi à la vertu magnétique; & feu M. Muſchenbroek, après un grand nombre d'expériences, a donné une liſte aſſez étendue des matieres qu'il a trouvées ſuſceptibles de cette attraction, ſoit en les éprouvant dans leur état naturel, ſoit en les faiſant rou-

gir au feu avec une matiere graſſe, végétale ou animale; mais bien loin d'en conclure que l'aimant attire autre choſe que du fer, il a penſé comme M. Lémery, & comme tout le monde penſe aujourd'hui, que tout ce qui ſympathiſe avec la vertu magnétique eſt du fer caché ou développé. Nous avons déja dit ailleurs que ce métal, par le grand uſage que l'on en fait, ſe trouve répandu par-tout; & c'eſt un fait connu de tous les Chymiſtes, que les métaux ſe révivifient de leurs propres cendres quand on y ajoute quelque matiere graſſe. On ne doit donc pas être ſurpris que pluſieurs ſortes de terres ainſi préparées, que l'émeril & certains ſables ſans aucune préparation, s'attachent à l'aimant, puiſqu'il y a de fortes raiſons pour croire que toutes ces matieres contiennent du fer; & peut-on en douter, lorſqu'en y mêlant une infuſion de noix de galles, on les rend noires?

Il ne faut pourtant pas croire que tout ce qu'on a trouvé attaché à l'aimant dans ces ſortes d'épreuves, ſoit du fer: il ſuffit, pour cet effet, que chaque petite maſſe contienne quel-

que parcelle de ce métal : la vertu de l'aimant étant beaucoup plus forte qu'il ne faut pour vaincre le poids de la partie métallique ſur laquelle ſeule elle agit, l'emporte avec tout ce qu'elle a d'étranger ; comme l'aimant de la *figure* 4 ſoutient un poids de 27 livres, qui peut être de pierre ou de toute autre matiere, parce que ce poids eſt accroché au portant *C* qui eſt de fer.

L'aimant réduit en poudre n'a plus de poles, & par conſéquent n'eſt plus en état d'attirer le fer : lorſqu'on l'emploie dans les emplâtres, on ne doit donc le regarder que comme un aſtringent ou un déterſif ; ce ſeroit une puérilité de croire qu'un pareil topique eût quelque vertu particuliere pour guérir une plaie qui viendroit d'un coup de fer, ou pour attirer en dehors quelque morceau de ce métal qui ſeroit enfoncé dans les chairs.

On ne voit pas non plus ce qui peut faire regarder l'aimant, même lorſqu'il eſt armé, comme un préſervatif contre l'apoplexie, ou contre les affections vaporeuſes. Et pour

XIX. LEÇON.

le dire en paſſant, rien n'eſt plus dangereux que ces fauſſes idées en matiere de remedes : car ſi l'on eſt aſſez crédule pour y mettre ſa confiance, on ſe diſpenſe trop légerement des précautions qui ſeroient plus raiſonnables & plus efficaces; & plus elles ſont néceſſaires, plus on riſque en leur ſubſtituant ainſi ce qui ne peut les remplacer.

Avantages qu'on peut tirer de cette propriété de l'Aimant.

COMME la vertu magnétique n'a de priſe que ſur le fer, on peut quelquefois tirer parti de cette propriété pour ſéparer des matieres précieuſes qui ſe trouveroient mêlées avec du fer; ſi l'on avoit, par exemple, limé du fer & de l'or enſemble, on pourroit par ce moyen ſéparer ces deux métaux. Il ſeroit à ſouhaiter que les Fondeurs euſſent cette attention lorſqu'ils ont acheté du cuivre en limailles; les ouvrages fondus en ſeroient plus épurés; on ne rencontreroit pas dans la fonte, en la travaillant, des grains de fer ou d'acier qui gâtent les outils, & qui ne permettent pas qu'on puiſſe finir certaines pieces, dont la matiere doit être abſolument d'une dureté uniforme.

N'eſt-ce point à de pareils défauts qu'on doit attribuer une partie des accidents qu'on voit arriver aux moulins à poudre ; les pilons ont beau être armés de cuivre, on a beau faire de ce même métal les outils avec leſquels on grate, ou l'on choque ces armures pour en détacher la compoſition ; s'il s'y trouve des grains d'acier, il n'en faut pas davantage avec quelque gravier, pour produire une étincelle qui mette le feu à toute la fabrique.

XIX. Leçon.

Montagnes d'Aimant, ce qu'on en doit penſer.

Je n'oſerois combattre ici d'une maniere ſérieuſe l'idée romaneſque de ces montagnes d'aimant qui détournent les vaiſſeaux de leur route, & qui les font aborder malgré eux ; on ſait aſſez que ces êtres d'imagination n'ont aucune place dans l'Hiſtoire Naturelle, & que leurs prétendus effets n'en méritent pas davantage en Phyſique. J'ai vu l'Iſle d'Elbe qui a peut être donné lieu à ces ſortes de contes, parce qu'en effet elle contient beaucoup d'aimant ; mais j'en ai examiné plus de ſix quintaux ſans en trouver un morceau qui valût la peine d'être taillé

XIX. Leçon.

& armé; & dans tout l'Etat de Florence à qui appartient cette Iſle, je n'ai vu perſonne qui penſât qu'elle fût capable d'agir ſur la ferrure des vaiſſeaux qui ſe trouvent ou qui paſſent dans ſon voiſinage.

SECONDE PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

La répulſion.

Un Aimant attire & repouſſe un autre Aimant, ſuivant la maniere dont ils ſe préſentent l'un à l'autre.

III. Expérience.

Preparation.

S M, (*fig.* 5) ſont les deux poles d'un aimant de médiocre groſſeur, qui flotte ſur l'eau par le moyen d'une petite gondole de cuivre très-mince, & fort légere dans laquelle il eſt poſé; *m s* eſt un autre aimant pareil au premier, que l'on tient dans la main par ſon équateur; il faut que la vertu magnétique ſoit un peu forte dans ces deux pierres, ou au moins dans l'une des deux.

Effets.

Lorſque le pole *m* ſe préſente au pole *S* de l'aimant qui flotte, ou ré-

ciproquement le pole *M* de celui-ci au pole *s* de l'autre, les deux pierres tendent à s'approcher & à ſe joindre.

Mais elles ſe repouſſent viſiblement, lorſqu'on met les poles de même nom, c'eſt-à-dire, *M* & *m*, *S* & *s*, vis-à-vis l'un de l'autre.

IV. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Sur le bout d'une aiguille de bois de 15 pouces de longueur ou environ, portée ſur un pivot, mettez en équilibre avec quelque petit poids un morceau d'aimant brute dont vous ayez reconnu les poles. Prenez à la main un pareil morceau d'aimant, & faites les mêmes épreuves que dans l'expérience précédente.

EFFETS.

Vous aurez les mêmes réſultats.

OBSERVATIONS.

Quand on fait ces expériences avec des aimants qui ont beaucoup de vertu, il ne faut point approcher de fort près les poles de même nom

XIX. LEÇON.

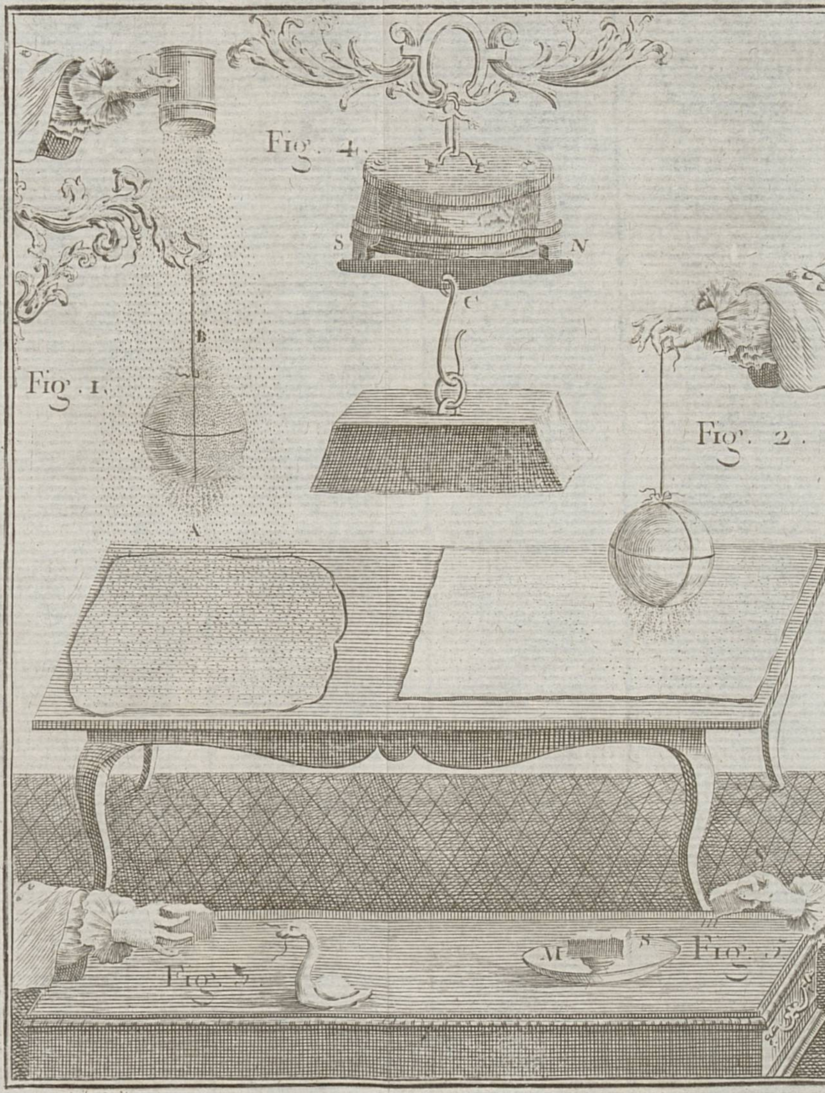
l'un de l'autre ; car alors comme il eſt rare qu'ils ſoient tous deux d'égale force, il arrive aſſez ſouvent que le plus foible ſe laiſſe entraîner par le plus fort ; au lieu d'une répulſion qu'on devroit avoir, il y a attraction.

Je ferai voir bientôt que le fer aimanté a toutes les propriétés de l'aimant ; une lame de ce métal qui a été touchée, a donc deux poles comme la pierre même ; ainſi les expériences que je viens de rapporter, ſe font pareillement avec deux aiguilles aimantées, ou bien avec une aiguille & un aimant.

La vertu magnétique agit à travers toutes ſortes de matieres.

DE QUELQUE maniere que la nature opere cette attraction & cette répulſion, on peut dire qu'aucun obſtacle que l'on connoiſſe, (ſi l'on en excepte une trop grande diſtance,) n'y met empêchement ; car ces effets n'en arrivent pas moins, quoique l'on interpoſe entre le fer & l'aimant toutes ſortes de matieres, tant ſolides que fluides, du carton, du bois, du verre, de l'eau, de la flamme, &c.

Si l'on promene une pierre armée ſous un carton ou ſous un carreau



Del. fecit

de verre, couvert de limaille de fer, tous ces petits fragments ſe dreſſent & ſe hériſſent aux endroits qui répondent ſucceſſivement aux poles de l'aimant, & font voir d'une maniere ſenſible & curieuſe la route qu'on lui fait tenir; voyez la *Figure* 6 qui repréſente un aimant, dont les deux poles *NS*, tournent horizontalement ſous un carton mince couvert de limaille de fer. La pierre pour recevoir ce mouvement, eſt montée ſur une tige de métal qu'on fait tourner avec une manivelle *M*, deux poulies *P*, *P*, & une corde ſans fin.

Si l'on met une petite lame de fer en équilibre ſur un pivot, au fond d'un vaſe de verre, & qu'on l'empliſſe d'eau ou de toute autre liqueur, l'aimant ou le fer aimanté qu'on promene autour du verre, exerce ſon action ſur la petite lame, nonobſtant l'interpoſition du verre & de l'eau, &c. (*fig.* 7).

Enfin ſi cette lame de fer mobile eſt entourée d'un petit auge plein d'eſprit-de-vin, & qu'on y mette le feu, la flamme qui s'éleve de toutes parts n'empêche pas que

XIX. LEÇON.

l'aimant ne faſſe encore tourner le fer. (*fig.* 8).

Applications curieuſes de cette propriété de l'Aimant.

CETTE propriété du magnétiſme d'agir ainſi à travers les corps ſolides & opaques, comme à travers les matieres fluides & tranſparentes, en impoſe ſouvent aux yeux lorſqu'elle eſt employée avec adreſſe; j'ai vu des horloges de chambre qui n'avoient point d'autre aiguille pour marquer les heures, qu'une petite mouche d'acier poli & devenu bleu, qui gliſſoit ſur une feuille de laiton fort mince & fort unie, qui faiſoit le fond du cadran, ſans que l'on vît ce qui la faiſoit mouvoir ainſi. Elle ſuivoit un aimant qui tournoit derriere, & dont elle n'étoit ſéparée que par la feuille même de cuivre poli, ſur laquelle on la voyoit gliſſer vis-à-vis des heures. On peut juger, par ce petit artifice, de tous ceux qu'on peut imaginer dans ce genre.

TROISIEME PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

XIX. Leçon.

La communication de la vertu magnétique.

L'Aimant communique ſes propriétés au fer, de ſorte qu'une lame de ce métal étant aimantée, peut être conſidérée comme un véritable Aimant, & s'appliquer aux mêmes expériences.

V. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Il faut avoir pluſieurs lames de fer, dont chacune ait environ une ligne & demie d'épaiſſeur, un pied ou 15 pouces de longueur, & 5 à 6 lignes de largeur : des bouts de fleurets ſont très-bons pour cet uſage, & j'ai même remarqué que cette eſpece d'acier que les ouvriers appellent *étoffe*, réuſſit mieux que le fer pur. On touche toutes ces lames l'une après l'autre à un fort aimant bien armé, obſervant de faire gliſſer chaque face d'un bout à l'autre, & dans le même ſens ſur la maſſe *N* de l'armure, (*fig.* 9.) On réunit enſuite toutes ces lames aimantées, en mettant du même côté toutes les extrémités que l'aimant a touchées les

XIX. LEÇON.

dernieres ; & l'on ſerre cet aſſemblage avec des ligatures de cuivre, garnies de vis ou autrement (voyez la *fig.* 10). Mais une attention qu'il faut avoir, c'eſt de ne donner aucun coup de marteau, aucunes ſecouſſes rudes à ces pieces, ſoit avant, ſoit après les avoir aſſemblées.

EFFETS.

Ce faiſceau de verges aimantées, que l'on a nommé *Aimant artificiel*, peut s'employer à toutes les expériences précédentes comme un aimant naturel ; il a deux poles, dont l'un *m* attire la pierre flottante de la *figure* 5 lorſqu'on le préſente vers *S*, & la repouſſe quand on le tourne vers *M*. Il ſe charge de limaille ou de clous par l'un & l'autre bout : il agit à travers toutes les matieres qu'on oppoſe à ſon action ; & il communique la vertu magnétique autant, & mieux à proportion, qu'une bonne pierre d'aimant armée.

OBSERVATIONS.

L'Aimant, ſoit naturel, ſoit artificiel, en communiquant ſes pro-

priétés au fer, ne perd rien de ſa vertu ; on a beau aimanter un grand nombre de lames à la même pierre, & de ſuite, on ne s'apperçoit point qu'elle en ſoit épuiſée.

La vertu magnétique communiquée s'affoiblit ou ſe perd en certains cas

Il arrive pourtant quelquefois qu'un aimant perd ſa force par ſucceſſion de temps : on remarque auſſi, quoique plus rarement, qu'il en acquiert ; & en général il paroît que le magnétiſme ſe fait ſentir plus vigoureuſement l'hiver lorſqu'il regne un vent de Nord, que dans toute autre ſaiſon, & par un temps pluvieux : l'affoibliſſement vient plutôt des ſecouſſes rudes, de la rouille des armures, ou d'un violent degré de chaleur, peut-être auſſi d'une poſition déſavantageuſe & de longue durée.

Diſtinction des aimants en généreux & en vigoureux.

Ce ne ſont pas les aimants capables de ſoutenir un plus grand poids, qui ſont toujours, comme on le pourroit croire, les plus propres à communiquer une grande vertu au fer : on en voit qui portent peu, & qui touchent puiſſamment ; d'autres qui portent beaucoup, & qui communiquent peu de vertu. C'eſt ce qui

XIX. LEÇON.

les fait diſtinguer par les noms de *vigoureux* & de *généreux* ; ceux-ci ſont les plus forts quant à la communication ; ceux-là ſont les plus puiſſants pour l'attraction & pour la répulſion : il n'eſt quelquefois pas beſoin de toucher, il ſuffit d'approcher le fer d'un aimant bien généreux ?

Procédé à obſerver pour communiquer la vertu magnétique.

LA communication du magnétiſme, lorſqu'elle ſe fait par attouchement ou ſeulement par approche, s'opere en très-peu de temps ; c'eſt-à-dire, qu'au premier tact une lame de fer s'aimante ſenſiblement ; mais ſa vertu augmente juſqu'à un certain point, ſi elle eſt touchée à pluſieurs repriſes, & du même ſens ; car lorſqu'on la touche alternativement en ſens contraires, elle perd au ſecond contact ce qu'elle avoit acquis dans le premier.

Aiguilles de Bouſſoles ; de quoi il convient qu'on les faſſe.

ON fait d'acier toutes les aiguilles de bouſſoles : ſi elles étoient de fer doux, elle s'aimanteroient peut-être plus aiſément ; mais il eſt eſſentiellement néceſſaire qu'elles ſoient bien légeres pour être très-mobiles, & qu'elles puiſſent conſerver long-

temps leur vertu magnétique ; ſi elles étoient de fer, elles plieroient trop aiſément, ou bien il faudroit les faire plus épaiſſes, & par conſéquent plus lourdes : d'ailleurs on ſait par expérience que l'acier, s'il ne s'aimante pas auſſi aiſément, garde mieux que le fer la vertu magnétique qu'on lui fait prendre.

XIX. LEÇON.

Aimants artificiels, leur hiſtoire, & leurs différentes conſtructions.

Les aimants artificiels, tels que celui dont on a fait uſage dans la derniere expérience, n'ont point une force proportionnée au nombre des lames qui les compoſent : c'eſt-à-dire, que ſi chaque lame ſéparée des autres, a la force de ſoutenir deux onces de fer, huit lames ſemblables, lorſqu'elles ſont réunies, n'en portent point une livre comme il ſemble qu'elles devroient faire ; il y a toujours du rabais plus ou moins, ſuivant que leur union eſt plus ou moins parfaite, ou bien ſelon quelqu'autre circonſtance dont on ignore encore l'importance.

On peut remarquer auſſi que ces aſſemblages de lames aimantées communiquent au fer beaucoup plus de vertu à proportion qu'un aimant

XIX. LEÇON.

naturel ; & quand on a des aiguilles de bouſſole à toucher, ou que quelqu'un a la curioſité de faire aimanter un couteau ou une épée , on doit préférer pour cette opération l'aimant artificiel à la pierre armée.

Je crois que cet avantage vient de la grande diſtance qu'il y a d'un pole à l'autre ; car j'ai obſervé que c'eſt une figure avantageuſe pour une pierre, lorſque ſa plus grande longueur ſe trouve compriſe entre les deux pieces de ſon armure.

En 1740, il me prit envie de ſavoir ſi l'aimant artificiel gagneroit beaucoup d'être armé : le ſieur Pierre le Maire, dont j'ai fait mention ci-deſſus , m'en compoſa un de douze lames d'acier trempé, dont chacune avoit huit pouces de longueur, une ligne d'épaiſſeur, & environ dix lignes de largeur ; il en fit un faiſceau qu'il ſerra fortement avec des ligatures de cuivre, & aux extrémités duquel il attacha deux armures ſemblables à celles que l'on met aux pierres d'aimant ; voyez la *Figure* 11.

Cet aimant qui avant d'être armé n'enlevoit

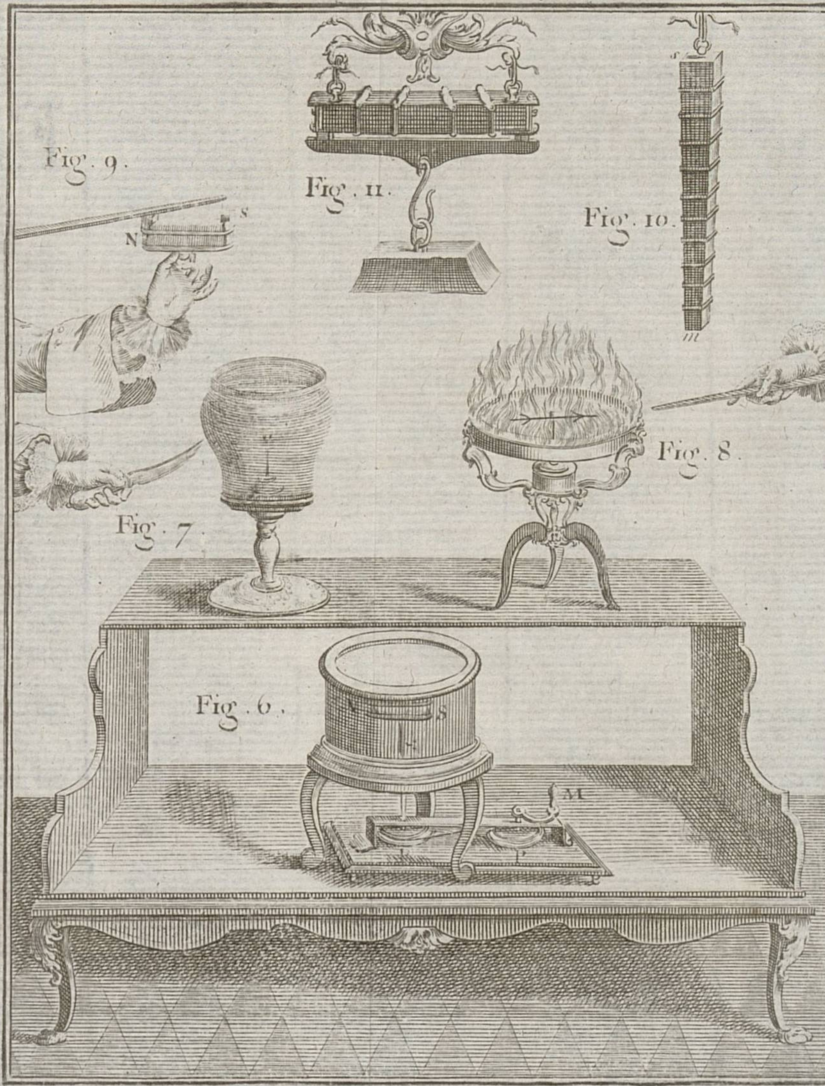


Fig. 9.
N
S
Fig. 11.
Fig. 10.
m
Fig. 8.
Fig. 7.
Fig. 6.
S
M

n'enlevoit par le bout le plus fort qu'une livre & demie de fer, ou à peu-près, porta, quand il le fut, un poids de ſix livres & demie par le moyen d'une piece de fer qu'on mit en contact ſur les deux maſſes des armures. C'eſt la premiere fois de ma connoiſſance, qu'on ait réuni l'action des deux poles d'un aimant artificiel, par une lame de fer qui communiquât de l'un à l'autre.

En 1746, M. Knight, Médecin Anglois, montra à la Société Royale de Londres un nouvel aimant artificiel qu'il avoit compoſé de deux barreaux d'acier trempé dur, longs de 15 pouces, ſitués parallélement entr'eux, ſéparés l'un de l'autre par une regle de bois *C* de 8 à 9 lignes de large, les extrêmités communiquant enſemble par deux petites pieces de fer doux *a a*, *bb*, auſſi larges & auſſi épaiſſes que les barreaux, avec cette attention que le pole Nord de l'un répondoit au pole Sud de l'autre : voyez la *Figure* 12 qui repréſente cet aſſemblage.

M. Knight avec cet inſtrument changea à pluſieurs repriſes, en pré-

XIX. LEÇON.

ſence de la compagnie, les poles d'un aimant naturel, non armé & foible ; & il montra d'une maniere déciſive que l'acier trempé bien dur, s'aimante plus fortement que le fer doux, & l'acier recuit après la trempe.

Pour faire ces expériences, il ôta les deux pieces de fer doux qui faiſoient communiquer enſemble ſes deux barreaux; il les ouvrit enſuite comme les deux branches d'un compas, & les aligna bout-à-bout l'un de l'autre ſur une table, de maniere que le pole Sud de l'un touchoit le pole Nord de l'autre, comme on le peut voir par la *Figure* 13. Il plaça ſucceſſivement ſur ces barreaux des aiguilles de bouſſoles de mer, les unes d'acier trempé très-dur, les autres d'acier revenu au bleu, ou de fer doux; il les plaça, dis je, de façon que le centre de chacune d'elles répondît à la jonction des deux barreaux; puis en faiſant appuyer deſſus avec la main, il tira les deux barreaux en ſens contraires, & fit parcourir au pole Nord de l'un la moitié de l'aiguille, & l'autre moitié de la même

aiguille au pole Sud du barreau oppoſé. Par cette épreuve réitérée pluſieurs fois de ſuite, on vit que les aiguilles d'acier, qui avoient une trempe complette, avoient contracté une bien plus grande vertu, & d'attraction, & de direction, que celles qui avoient été recuites après la trempe, ou qui n'étoient faites que de fer doux.

M. Knight changea pluſieurs fois les poles d'une pierre d'aimant nue, en la plaçant entre les deux barreaux, toujours alignés, mais ſéparés de maniere que le pole Nord de la pierre touchât le pole Nord de l'un d'eux, & ſon pole Sud, le pole de même nom de l'autre barreau. Cette pierre ayant demeuré un bon quart-d'heure dans cette ſituation, eut ſes poles en ſens contraires de ce qu'ils étoient auparavant; on la laiſſa enſuite autant de temps entre les deux barreaux, ſon axe ou la ligne de ſes poles, coupant à angles droits l'alignement des barreaux; les poles de la pierre changeant encore de place, ſe mirent dans la direction de l'aimant artificiel.

XIX. Leçon.

Peu de temps après, M. Knight nous envoya de petits barreaux d'acier longs de 3 à 4 pouces, ſur environ trois lignes & demie de diametre, qui portoient, ſans aucune armure, 7 à 8 fois la valeur de leur poids ; & ce qu'il y avoit de plus merveilleux, c'eſt que M. Knight a toujours aſſuré qu'il leur faiſoit prendre cette vertu magnétique, ſans le ſecours d'aucun aimant naturel ni artificiel.

M. Duhamel, par différents procédés, chercha à imiter ces barreaux magnétiques, dont le Médecin Anglois a toujours fait myſtere ; & il parvint à en faire d'auſſi forts, en partant de deux faits déja connus : ſavoir, 1°, que quand on aimante une lame de fer ou d'acier, le bout qui eſt touché le dernier a toujours plus de vertu que l'autre ; 2°, que quand on aimante une petite lame ſur une plus grande qui lui ſert de ſupport, elle prend par ce moyen plus de vertu qu'elle n'en recevroit ſi elle étoit ſeule.

M. Duhamel commença donc par toucher avec un aimant naturel de

petits barreaux d'acier trempé, poſés au bout, & ſur une barre beaucoup plus grande, & qui avoit déja touché à l'aimant; enſuite il les mit à la maniere de M. Knight entre deux barres magnétiques, ayant ſoin de rendre les poles de différents noms contigus les uns aux autres, & par-là il parvint à aimanter ces petits barreaux auſſi fortement que ceux qui avoient été envoyés d'Angleterre (a).

Mais cette imitation n'étoit pas complette, en ſuppoſant que M. Knight ne ſe ſervît d'aucun aimant naturel ou artificiel, pour donner la vertu magnétique à ſes barreaux; MM. Michell & Canton en Angleterre, & M. Antheaume à Paris, ſe propoſerent de deviner ſon ſecret, ou au moins de parvenir au même but d'une maniere quelconque (b).

(*a*) Voyez le détail de ces expériences, *Mém. de l'Acad. Royale des Sciences*, 1745, *pag.* 18. *& ſuiv. &* 1750, *pag.* 154 *& ſuiv.*

(*b*) Tous ceux qui ſe ſont propoſé de faire prendre au fer la vertu magnétique ſans le toucher à l'aimant, ont dû ſe ſouvenir que le P. Grimaldi, Jéſuite, il y a environ 200 ans, obſerva qu'une barre de fer tenue pendant quelque temps dans une ſituation verticale, s'aimantoit aſſez pour attirer par ſon extrémité

XIX. Leçon.

Le premier vint à bout de donner un commencement de vertu magnétique à un petit barreau d'acier, qu'il plaça bout-à-bout entre deux barres de fer, ſur une table un peu inclinée au Nord, ayant ſoin que ces trois corps contigus fuſſent alignés dans le plan du méridien magnétique, & en traînant deſſus, & à pluſieurs repriſes, dans la direction du Nord au Sud, le bout d'une troiſieme barre de fer élevée preſque verticalement.

Le ſecond obtint le même effet, en attachant le petit barreau d'acier contre la partie ſupérieure d'un fourgon de fer, & en traînant deſſus de bas en haut, & à pluſieurs fois, le bout inférieur d'une de ces pincettes qui ſervent communément à attiſer le feu.

Voici la méthode que j'ai vu pratiquer avec ſuccès au troiſieme (à M. Antheaume), & je copie ſes

d'en bas, la pointe Sud d'une aiguille de bouſſole, & la repouſſer par ſon extrémité d'en haut; phénomene qui s'eſt confirmé depuis par l'obſervation qu'en fit Gaſſendi ſur la tige de la croix du clocher de S. Jean d'Aix en Provence, & par une pareille remarque qui fut faite à la fin du dernier ſiécle, à l'occaſion d'une pareille croix à Chartres.

propres paroles. « Sur une plan-
»che, dit-il, inclinée dans la di-
»rection du courant magnétique,
»c'eſt-à-dire, pour Paris inclinée à
»l'horizon de 70 degrés du côté du
»Nord, je place de file deux barres
»de fer quarrées, de 4 à 5 pieds de
»longueur ſur 14 à 15 lignes d'é-
»paiſſeur, limées quarrément par
»leurs extrémités intérieures, ou qui
»ſe regardent, entre leſquelles je
»laiſſe un intervalle de ſix lignes;
»j'applique à chacune de ces extré-
»mités une eſpece d'armure, for-
»mée avec de la tole de deux li-
»gnes d'épaiſſeur, 14 à 15 lignes de
»largeur, & une ligne de plus de hau-
»teur, dont le côté qui doit être
»appliqué à la barre eſt limé, & en-
»tiérement plat; trois des bords de
»l'autre face ſont taillés en biſeau
»ou chanfrein; le quatrieme qui
»doit excéder d'une ligne l'épaiſſeur
»de la barre, eſt limé quarrément
»pour former une eſpece de talon.
»Pour remplir le reſte de l'intervalle,
»je mets entre ces deux armures une
»petite languette de bois de deux
»lignes d'épaiſſeur. Tout étant ainſi

XIX. LEÇON.

» diſpoſé, & placé, comme je l'ai dit » dans la direction du courant magnétique, je gliſſe ſur ces deux talons à la fois, ſuivant la longueur » des barres de fer, la barre d'acier » que je veux aimanter, la faiſant » aller & venir lentement d'un de » ſes bouts à l'autre, comme on feroit ſi l'on aimantoit ſur les deux » talons d'une pierre d'aimant. Voyez » la *Figure* 14 qui repréſente tout cet » appareil ([a]).

» J'ai été ſurpris moi-même, » ajoute M. Antheaume, de voir que » j'aimantois ainſi tout d'un coup, » non-ſeulement de petites barres » comme celles de MM. Michell & » Canton, mais de groſſes barres d'acier d'un pied de longueur, & mêmes plus longues, ce qu'on n'obtiendroit jamais par leurs méthodes. L'expérience m'a fait connoître depuis que cette opération » produit des effets encore plus ſurprenants,

(*a*) *A B*, la planche ou le madrier incliné; *CD*, *E F*, les deux barres de fer alignées; *l l*, les deux armures de tole; *h i*, la lame de bois qui eſt entre les armures; *K L*, la lame à aimanter.

»prenants, en employant des barres »de fer de dix pieds de longueur »chacune; la force magnétique que »reçoit pour lors la barre d'acier, »égale celle qu'elle recevroit d'un »très-bon aimant, &c.» *Mém. ſur les Aimants artificiels, qui a remporté le prix de l'Acad. de Péterſbourg en* 1760. *A Paris, chez Butard*, 1760.

XIX. LEÇON.

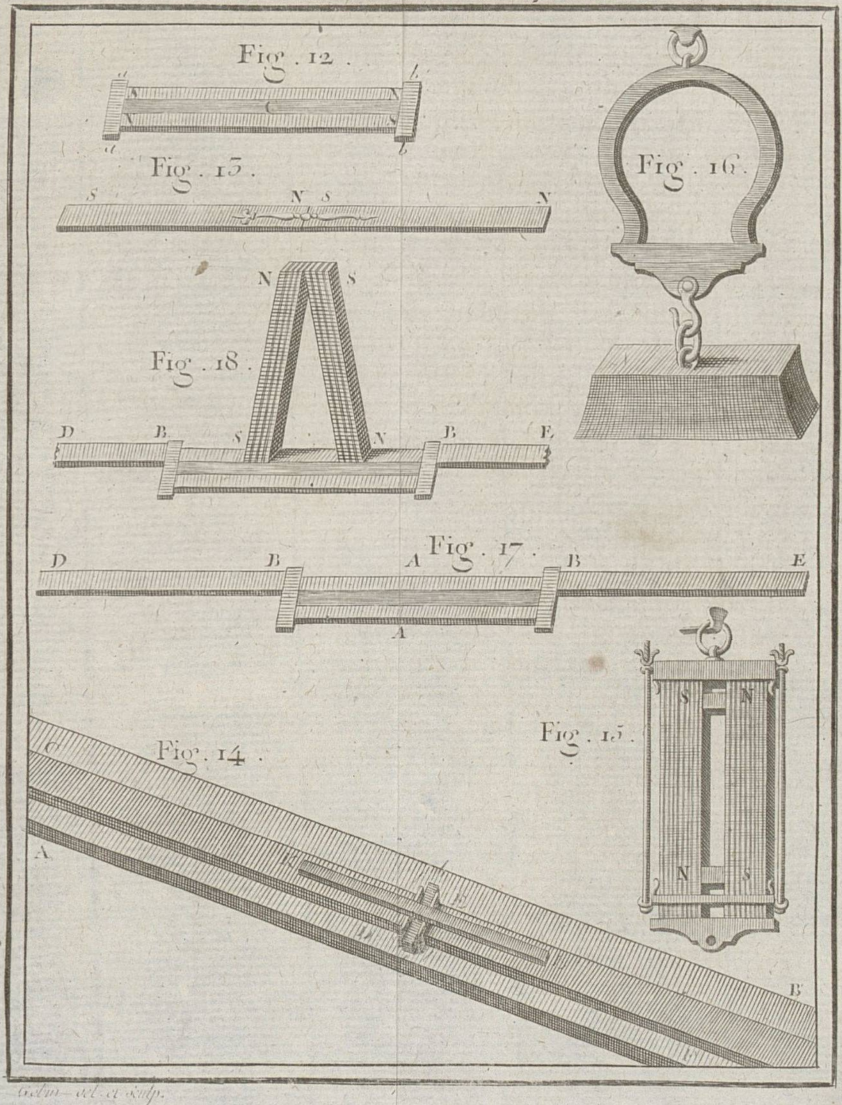
De quelque maniere que les barreaux aient reçu la vertu magnétique, on en fait des aimants artificiels d'une très-grande force, en les multipliant & en les diſtribuant en deux faiſceaux ſéparés l'un de l'autre par deux dés de bois d'un pouce d'épaiſſeur, les poles de différents noms communiquant enſemble de part & d'autre par une armure de fer doux, comme les barreaux ſimples de M. Knight: voyez la *figure* 15. J'en ai un de cette eſpece qui porte 75 liv.

Feu M. Bazin, qui a écrit ſur les courants magnétiques, m'envoya, il y a 10 ou 12 ans, de Straſbourg, des aimants artificiels, qu'il faiſoit d'un ſeul barreau tourné en forme de fer à cheval, comme on le peut voir

XIX. LEÇON.

par la *figure* 16. Ils ont cet avantage que les deux poles, comme aux aimants naturels, communiquent enſemble par un contact ou portant de fer doux, auquel on accroche le poids qu'on veut faire porter.

Quant à la maniere de toucher avec les faiſceaux de M. Michell, les barreaux qui forment l'aimant artificiel de M. Knight, repréſenté par la *figure* 12, MM. Duhamel & Antheaume recommandent le procédé ſuivant comme le meilleur : il faut placer l'aſſemblage déſigné par la figure que je viens de citer, ſur une table un peu longue ; que chaque barreau *A A*, (*fig.* 17) ſe touve tour à tour dans l'alignement des deux autres barres d'acier *D B* & *B E*, longues de deux pieds & demi ou trois pieds ; puis on place ſur le milieu du barreau *A*, le bout *N* (*fig.* 18) de l'un des faiſceaux, & le bout *S* de l'autre ; & l'on traîne à pluſieurs repriſes & doucement celui-ci juſqu'en *D*, & celui-là juſqu'en *E* ; ce que l'on réitere pour chaque barreau ſur les deux faces oppoſées.



Gobin del. et Sculp.

XIX. LEÇON.

L'hiſtoire des aimants artificiels, la maniere de les conſtruire & de s'en ſervir, pour toucher les aiguilles de bouſſoles, c'eſt ce qu'il y a de plus intéreſſant & de plus nouveau dans cette matiere : je crois en avoir dit aſſez pour ſatisfaire la curioſité du plus grand nombre de mes Lecteurs ; ceux qui voudront de plus amples inſtructions, pourront conſulter les Mémoires de l'Académie des Sciences ou celui de M. Antheaume cités ci-deſſus ; ou bien ſe pourvoir d'un Ouvrage in-12, imprimé à Paris en 1752, chez Guérin & Delatour, lequel eſt intulé : *Traité ſur les Aimants artificiels .... par le R. P. Rivoire, de la Compagnie de Jeſus.*

QUATRIEME PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

La direction.

L'Aimant naturel ou artificiel dirige l'un de ſes poles vers le Nord, & l'autre vers le Sud.

VI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

1°, On fait flotter ſur l'eau une

XIX. LEÇON.

petite pierre d'aimant comme celle de la 3ᵉ Expérience (*fig.* 5).

2°, On place ſur un pivot une aiguille de bouſſole bien aimantée, (*fig.* 19); on prend ſoin qu'il n'y ait ni fer ni aimant à 3 ou 4 pieds de diſtance aux environs.

3°, Il faut connoître à peu-près la poſition du lieu où l'on eſt, par l'inſpection du Soleil ou autrement.

EFFETS.

On remarque aiſément que la pierre & l'aiguille dirigent l'un de leurs poles vers le Nord, & l'autre du côté du Midi; & ſi l'on fait quelque mouvement qui les dérange de cette direction, auſſi tôt qu'elles ſont libres, elles affectent toujours de la reprendre.

OBSERVATIONS.

La direction de l'aimant eſt de toutes les propriétés qu'on lui connoît, celle qui nous a été la plus utile juſqu'à préſent. Celui qui s'apperçut le premier qu'une lame de fer aimantée, lorſqu'elle avoit la liberté de ſe mouvoir facilement, ſe

XIX. LEÇON.

tournoit de maniere que ſes deux extrémités indicaſſent le Nord & le Sud, demeura probablement occupé de cette nouveauté, & ne penſa point à en faire d'autre uſage que d'exciter l'admiration de ceux qui pouvoient n'en avoir point encore eu connoiſſance : mais dans le grand nombre des admirateurs, il étoit bien difficile qu'il ne ſe rencontrât enfin quelqu'un de ces génies attentifs à mettre à profit les découvertes que l'on doit aſſez ſouvent au hazard. Il s'en trouva en effet, & l'on penſa qu'un inſtrument capable d'indiquer par lui-même le Nord & le Sud, devoit être d'un grand ſecours à quiconque auroit beſoin de s'orienter dans des temps & dans des lieux où le Ciel ne pourroit être conſulté.

Application de cette propriété de l'aimant. Invention de la bouſſole.

C'EST-LA préciſément le cas où l'on ſe trouve dans un bâtiment de mer, lorſqu'on a perdu les côtes de vue, & que les aſtres ſont cachés par des nuages épais. Comme les vents peuvent changer à tout inſtant, il faut que la manœuvre change auſſi pour entretenir le vaiſſeau dans ſa

XIX. Leçon.

route. Mais lorſqu'on ne voit ni le Ciel ni la Terre, comment ſauroit-on que l'on manœuvre à propos, ou qu'on a juſtement remédié à l'inconſtance du vent; cette difficulté tenoit autrefois la navigation dans des bornes très-étroites; à peine oſoit-on perdre la terre de vue; ce n'eſt à proprement parler, que depuis l'invention de la bouſſole que l'on a entrepris des voyages de long cours, & qu'on a vu fleurir le commerce de mer en Europe.

Les Hiſtoriens ne conviennent point trop entr'eux, ni du temps, ni du lieu où cet inſtrument a pris naiſſance: le Lecteur qui ſera curieux d'apprendre ce que l'on en peut ſavoir, pourra conſulter le Spectacle de la Nature de feu M. Pluche (a); il y trouvera en même temps un détail hiſtorique des plus importantes découvertes qui ont été faites, depuis que l'aiguille aimantée a rendu les Navigateurs plus hardis. Je dirai ſeulement qu'au 12e ſiecle les Pilotes François s'aidoient déja de cette aiguille, qui portoit alors le

(a) Tom. IV, page 419 & ſuiv.

nom de *Marinette*, à cauſe de l'uſage qu'on en faiſoit ſur mer ; & à l'égard du pays à qui l'on doit faire honneur de cette invention, n'eſt-ce point un préjugé en faveur de la France, qu'à toutes les roſettes de bouſſoles des différentes nations, le Nord ſoit toujours marqué par une fleur-de-Lys ?

XIX. LEÇON.

Deſcription du compas de mer.

LA BOUSSOLE ou *Compas de mer*, eſt compoſée de trois parties principales : ſavoir, la roſette, la ſuſpenſion, & la boîte qui contient le tout.

La *roſe* ou *roſette* eſt ordinairement un carton fin ou une feuille de talc couverte de papier, d'une figure circulaire, dont la circonférence eſt diviſée en 360 degrés, comme on le peut voir par la *figure* 20. Le diametre de la roſette eſt égal à une lame d'acier aimantée de 8 à 10 pouces de longueur, & qui eſt fixée deſſus ou deſſous : au milieu de cette lame ou aiguille, & au centre de la roſe, eſt une chape ou *chapelle*, c'eſt-à-dire, un petit cône creux de métal ou d'agate qui excede le plan ſupérieur du cercle, & dans lequel eſt

XIX. LEÇON.

reçu le pivot ſur lequel la roſe doit tourner.

Quant à la ſuſpenſion, on la fait ordinairement de la maniere ſuivante.

Un hémiſphere creux de cuivre porte à ſon bord deux petits tourillons diamétralement oppoſés, par le moyen deſquels il eſt ſuſpendu, & mobile dans une zone circulaire de même métal, laquelle ſe meut elle-même ſur deux tourillons ſemblables, dont l'alignement *A A* coupe à angles droits celui des deux premiers *B*, *B* (*fig.* 21).

La boîte qui contient le tout, (*fig.* 22), eſt faite de bois, & reçoit dans deux entailles pratiquées aux bords de ſes deux côtés oppoſés *C*, *C*, les deux tourillons *A*, *A*; dans le fond de la cuvette hémiſphérique, qui eſt leſtée avec du plomb, eſt fixé un pivot très-pointu & très-dur, qui porte la roſette à la hauteur des bords de ce vaſe où ſont élevées deux pinules *D*, *D*.

On concevra aiſément, qu'au moyen d'une telle ſuſpenſion, la roſette peut s'entretenir dans une ſi-

tuation horizontale, de quelque côté que le mouvement du vaiſſeau faſſe pancher la boîte; & que tandis qu'on bornoye un objet par les pinules, la roſette qui tourne librement ſur ſon pivot, obéiſſant à l'aiguille aimantée à laquelle elle tient, montre, par le nombre de degrés interceptés entre la pinule la plus éloignée de l'œil & l'endroit où l'aiguille ſe fixe, à quel point de l'horizon répond l'objet qu'on obſerve.

Et ſi la ligne qui paſſe par les pinules, eſt parallele à la quille du vaiſſeau, on voit par le même moyen ſi la route du vaiſſeau ſe maintient dans la direction qu'on veut qu'elle ait.

Bouſſoles portatives.

QUELQU'UN qui ſeroit égaré dans une forêt, pourroit s'orienter avec une bouſſole portative, & retrouver le lieu où il voudroit ſe rendre; c'eſt apparemment pour de telles occaſions que la mode s'eſt introduite de porter de petites bouſſoles pendues aux cordons de montres; mais quels ſecours peut-on attendre de pareils colifichets, ſi l'on ſait qu'une ai-

XIX. LEÇON.

guille aimantée de deux pouces de longueur, eſt à peine capable de rendre ce ſervice à quelqu'un qui ſauroit bien la mettre en uſage?

Bouſſoles à cadrans.

BIEN des gens portent encore de ces cadrans ſolaires garnis de bouſſoles, qu'on appelle des *Buterfields*, du nom de l'ouvrier qui les faiſoit le mieux de ſon temps : on les oriente en les poſant horizontalement ſur un endroit fixe, & en les tournant juſqu'à ce que l'aiguille aimantée s'arrête vis-à-vis le degré qui marque la déclinaiſon du lieu ([a]). Alors s'il fait du Soleil, l'index qui s'éleve ſur le plan du cadran, marque par ſon ombre à peu-près l'heure qu'il eſt ; je dis à peu-près, mais c'eſt à condition que la bouſſole ſera grande, que l'aiguille ſera bien mobile & bien aimantée, qu'il n'y aura aucun fer ni acier dans le voiſinage, & que celui qui voudra ſavoir l'heure avec cet inſtrument, ſaura bien s'en ſervir : ſans cela, il ne vaut pas la plus mauvaiſe montre.

Perfections à deſirer dans la bouſſole.

QUELQUE utile que ſoit la bouſſole en mer, elle ne l'eſt point en-

(*a*) Je dirai tout à l'heure ce que c'eſt que la déclinaiſon du lieu.

core autant qu'elle pourroit l'être, ſi l'aiguille aimantée, qui en eſt la piece principale, avoit une direction conſtante; ſi elle ſe dirigeoit toujours au vrai Nord, & au vrai Sud, ou bien à tout autre point de l'horizon, pourvu qu'elle ne changeât jamais. Quant une fois on auroit réglé la route du vaiſſeau pour faire un certain angle avec la direction de l'aiguille, il n'y auroit plus d'autre ſoin à prendre, que celui de conſerver cet angle toujours le même, & l'on ſeroit aſſuré que la route ne ſeroit point changée, ou l'on ſauroit au moins de quelle quantité elle l'eſt: mais ce qui jette beaucoup d'incertitude dans l'uſage de la bouſſole, & ce qui oblige à ne perdre aucune occaſion de ſe redreſſer par l'inſpection du Ciel, c'eſt que cette direction de l'aimant ſi précieuſe à la navigation, varie d'un lieu & d'un temps à l'autre; il y a pluſieurs endroits dans le monde où l'aiguille aimantée affecte de ſe tourner exactement vers le Nord & vers le Sud; & il y en a une infinité d'autres où elle s'en écarte plus ou moins;

Déclinaiſon de l'aiguille aimantée,

XIX. LEÇON.

cette différence entre la direction de l'aimant & la ligne méridienne du lieu dans lequel on l'obſerve, ſe nomme *déclinaiſon.*

Quoique ce fût une aſſez grande incommodité dans l'uſage de la bouſſole, que d'être obligé d'apprendre la déclinaiſon de l'aimant pour chaque lieu, l'importance de cet inſtrument vaudroit bien la peine qu'on s'en aſſurât, ſi les obſervations une fois faites pouvoient ſervir de regle par la ſuite : c'étoit ſans doute dans cette vue que M. Halley avoit dreſſé en 1700 une carte générale, ſur laquelle on voit une ligne qui paſſe par tous les endroits obſervés, où l'aimant n'avoit point de déclinaiſon, & d'autres lignes qui indiquent par un chiffre de combien il déclinoit en d'autres lieux (a); mais il y a encore une *variation* qui dépend du temps, & qui ne ſuit aucune regle dont on ſoit sûr.

Depuis l'établiſſement des Académies dans les différents Etats, on trouve tous les ans, dans les re-

(a) Voyez l'Eſſai de Phyſique de Muſchenbroek in-4°, Tom. II, Planche XXVIII.

XIX. LEÇON.

cueils des Mémoires qu'elles font imprimer, les obſervations météorologiques pour chaque année; celles qui concernent l'aimant s'y trouvent auſſi, & l'on y peut voir qu'à Paris, depuis l'an 1666, temps auquel l'Académie des Sciences fut établie, l'aiguille aimantée, qui alors ſe dirigeoit au vrai Nord, a toujours décliné de plus en plus vers l'Oueſt; de ſorte qu'aujourd'hui ([a]) ſa déclinaiſon eſt de 18 degrés & demi; mais comme cette aiguille, quand on l'agite un peu, revient rarement avec préciſion au même endroit d'où elle eſt partie, & qu'il eſt difficile de voir à un demi-degré près l'endroit où elle ſe fixe en vertu du magnétiſme, il ſe paſſe ſouvent pluſieurs années avant qu'on puiſſe décider avec certitude ſur la quantité dont ſa déclinaiſon eſt augmentée. A en juger par les meilleures obſervations qu'on a pu recueillir depuis près de deux ſiecles; & en ſuppoſant que la déclinaiſon de l'aimant ſe faſſe avec un mouvement uniforme, il ſemble qu'elle va en augmentant de

(*a*) C'eſt-à-dire, dans toute l'année 1763.

XIX. LEÇON.

9 à 10 minutes par chaque année, à Paris & aſſez loin aux environs.

Suivant quelques obſervations qu'on trouve dans les Tranſactions philoſophiques de 1759 ; il ſemble que l'aiguille aimantée ſoit encore ſujette à une variation journaliere qui la fait décliner le matin vers le couchant de 7 à 8 minutes, & le ſoir d'autant en ſens contraire, à compter du point de ſa déclinaiſon ordinaire.

La bouſſole recevroit donc un grand degré de perfection, ſi l'on pouvoit faire enſorte que l'aimant qui anime ſa roſe, ne déclinât jamais d'un certain point de l'horizon en quelque lieu qu'on le portât ; c'eſt un projet qui a été conçu par d'habiles gens, mais qui n'a point encore été exécuté ; malgré les tentatives inutiles qu'on a faites ſur cela, il ne faut point déſeſpérer : le temps qui voit naître un deſſein, eſt quelquefois bien éloigné de celui où il doit être mis en exécution.

XIX. Leçon.

CINQUIEME PROPRIÉTE DE L'AIMANT.

L'inclinaiſon de l'aiguille aimantée.

Celui des poles d'un aimant ou d'un fer aimanté qui ſe dirige vers le Nord, s'incline auſſi vers la Terre.

VII. Expérience.

Preparation.

E F, (*Fig.* 23) eſt une lame ou aiguille d'acier trempé, qui depuis *G* juſqu'en *F* reſſemble à peu-près à un couteau. L'autre partie *G E* eſt fendue en fourchette pour faire reſſort, & afin qu'une petite maſſe de cuivre *E* qui gliſſe deſſus, puiſſe s'arrêter où l'on veut. En *G* eſt un axe ſemblable à celui d'un fléau de balance, & par le moyen duquel la lame *E F* ſe met en équilibre ſur un ſupport qui finit en fourchette ; *H I K* eſt une portion de cercle de cuivre, qui eſt diviſée en degrés, & marquée par des chiffres de 10 en 10.

Il faut d'abord mettre l'aiguille *E F* en équilibre, en avançant ou en reculant la petite maſſe *E*, juſqu'à

XIX. LEÇON.

ce que le bout *F* réponde juſtement à zéro du quart decercle.

Enſuite ayant ôté cette aiguille de deſſus ſon ſupport, on la touche à un bon aimant en la faiſant gliſſer de *G* en *F*, & on la remet en place.

EFFETS.

L'aiguille, après avoir touché l'aimant, ne ſe tient plus comme auparavant dans une ſituation horizontale : la partie *F G* s'incline, & fait avec l'horizon un angle que l'on peut aiſément meſurer par l'arc intercepté entre le degré auquel elle aboutit, & le zéro d'où elle eſt deſcendue.

OBSERVATIONS.

L'opinion commune, & qui paroît fondée ſur des relations aſſez ſûres (a), eſt que cette inclinaiſon de l'aimant augmente à meſure qu'on s'avance davantage dans les pays Septentrionaux : on pourroit donc eſpérer quelques éclairciſſements ſur la cauſe phyſique du magnétiſme, ſi l'on avoit des aiguilles d'inclinaiſon qui fuſſent comparables entr'elles,

(a) *Voyez Mém. de l'Acad. R. des Sc. an.* 1754. *p.* 94. *& ſ.*

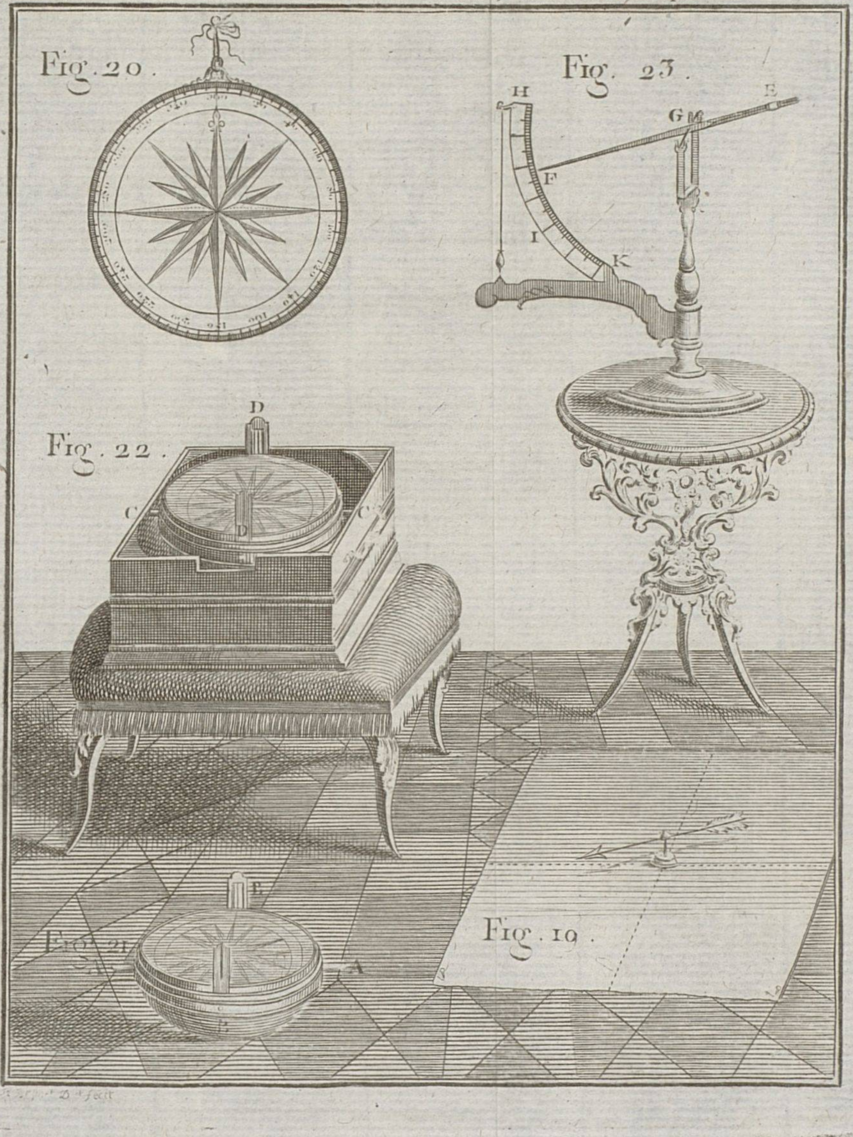


Fig. 20.
Fig. 23.
H
E
G
F
I
K
Fig. 22.
D
C
C
D
Fig. 21
E
A
Fig. 19.

XIX. Leçon.

les, c'eſt-à-dire, que dans un lieu donné, elles fiſſent conſtamment le même angle avec l'horizon, afin qu'étant portées en différents lieux de la terre, on pût légitimement attribuer à la cauſe du magnétiſme, les variations qu'on remarqueroit à leur inclinaiſon. Dailleurs ces ſortes d'inſtruments ſeroient encore fort utiles dans la navigation, ſi l'on étoit certain, qu'en s'inclinant d'une certaine quantité, ils indiquaſſent tel ou tel climat, telle ou telle latitude. Mais l'expérience apprend que le plus ou le moins d'inclinaiſon dépend beaucoup de la longueur de l'aiguille, de la qualité du fer ou de l'acier dont elle eſt faite, de la façon dont elle eſt taillée, & encore plus de la force de l'aimant auquel on l'a touchée; de ſorte qu'il eſt peut-être auſſi difficile de conſtruire une aiguille d'inclinaiſon dont les effets ſoient conſtants & réglés, que d'avoir une bouſſole dont la direction ne varie point.

Difficulté de conſtruire des aiguilles d'inclinaiſon qui ſoient comparables entr'elles.

Dans les voyages de long cours, les pilotes ſont quelquefois obligés de charger avec de la cire ou autre-

Remedes contre l'inclinaiſon des aiguilles.

XIX. LEÇON.

ment la partie méridionale de leur roſe pour la rappeller dans une ſituation horizontale ; parce qu'en avançant vers le Nord , l'autre bout de l'aiguille s'incline ſenſiblement , ce qui gêne ſon mouvement.

Lorſqu'on prépare les aiguilles de bouſſoles, & qu'on les a miſes en équilibre ſur leurs pivots ; dès qu'on les a touchées à l'aimant, & qu'on les remet en place , on s'apperçoit bientôt que le bout qui ſe dirige au Nord, s'incline comme s'il étoit devenu plus peſant que l'autre ; & l'on eſt preſque toujours obligé d'en couper une petite portion pour faire renaître l'équilibre.

Il eſt à préſumer que cette inclinaiſon n'a pas lieu à l'équateur, ni dans les lieux circonvoiſins ; & qu'elle ſe fait en ſens contraire dans les climats méridionaux : c'eſt aux relations bien fideles à nous apprendre au juſte ce qui en eſt.

Voilà les principales propriétés de l'aimant, & les phénomenes les plus intéreſſants de ceux qui peuvent s'y rapporter ; j'omets ici certains détails de pratique qui n'in-

téreſſent peut-être pas le plus grand nombre de mes Lecteurs, mais qui doivent être recherchés comme des inſtructions fort utiles, par tous ceux qui auront à travailler ſur cette matiere : feu M. Muſchenbroek qui a travaillé ſur l'aimant plus qu'aucun Auteur que je connoiſſe, a fait imprimer une diſſertation fort longue (a), dans laquelle on trouvera abondamment de quoi ſe ſatisfaire.

XIX. LEÇON.

REFLEXIONS

Sur les Cauſes du Magnétiſme.

QUOIQUE les Savants aient embraſſé diverſes opinions ſur les cauſes du magnétiſme, & qu'ils aient ſuivi différentes routes pour en expliquer les phénomenes, ils ſe ſont toujours réunis en un point qui eſt comme la baſe de leurs ſyſtêmes ; il

(a) Cette diſſertation fait la plus grande partie d'un Ouvrage in-4°, imprimé en 1729 ſous ce titre : *De magnete, tuborumque capillarium, &c. Diſſertationes.*

XIX. LEÇON.

n'en eſt preſque point parmi eux qui n'admette autour de chaque aimant naturel ou artificiel, un fluide ſubtil & inviſible, qui circule d'un pole à l'autre, & auquel on a donné le nom de *matiere magnétique*. Cette ſuppoſition eſt tout-à-fait vraiſemblable, & l'on ne peut guere s'y refuſer quand on voit l'expérience qui ſuit.

Matiere magnétique; preuve de ſon exiſtence.

VIII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

On poſe un aimant ſur un carton liſſe, ou ſur un grand carreau de vitre bien eſſuié; on le poſe de maniere que la ligne qui joint ſes poles ſoit parallele au plan ſur lequel il eſt poſé. Avec un poudrier d'écritoire, ou avec quelque choſe d'équivalent, on tamiſe d'un peu haut de la limaille de fer, & l'on frappe quelques coups avec la main ſur la table où le carton eſt placé.

EFFETS.

La limaille s'arrange en pluſieurs demi-cercles, ou demi-ovales, qui

aboutiſſent de part & d'autre aux deux poles de l'aimant, comme on le peut voir par la *Figure* 24.

XIX. LEÇON.

REFLEXIONS.

Il eſt naturel de penſer, comme on l'a fait, que la limaille s'arrange ainſi, parce que chaque parcelle de fer eſt enfilée par une matiere fluide, qui vient d'un pole de l'aimant pour rentrer par l'autre ; car cette limaille ne s'arrange jamais ainſi qu'en préſence d'un aimant, & l'on ne peut pas dire que l'aimant opere cet arrangement par lui-même & immédiatement, puiſque cela ſe fait hors de lui & à une certaine diſtance,

Qualités de la matiere magnétique.

CETTE matiere, quelle qu'elle ſoit, eſt ſans doute très-ſubtile, puiſqu'elle agit au travers de tous les corps, comme on l'a vu ci-deſſus. Son mouvement doit être extrêmement rapide, & ſa détermination bien conſtante, puiſque les effets qui en réſultent ſe font en un inſtant, & que la flamme même n'eſt pas capable d'y faire obſtacle : nous devons croire auſſi qu'elle eſt toujours préſente autour de chaque aimant,

XIX. LEÇON.

en tout temps & en tout lieu, puiſque ſon action ſe manifeſte en toutes circonſtances.

La matiere magnétique, dont preſque perſonne ne conteſte l'exiſtence, eſt donc reconnue pour la cauſe prochaine des effets de l'aimant ; c'eſt-là, comme je l'ai déja dit, le point de réunion pour tous les Phyſiciens ; mais quelle eſt la nature de cette matiere, d'où vient-elle, comment agit-elle, & pourquoi ſon action ſe borne-t-elle au fer & à l'aimant ? voilà ce qui partage les eſprits, & ce qu'il eſt très-difficile de bien décider.

Opinions des Phyſiciens ſur l'action de cette matiere dans les phénomenes de l'Aimant.

DESCARTES, & après lui la plupart de ceux qui ont travaillé ſur cette matiere, ont penſé que le globe terreſtre eſt en grand ce qu'une pierre d'aimant eſt en petit ; que d'un pole du monde à l'autre, il ſe fait une circulation continuelle de ce fluide ſubtil à qui l'on attribue tout ce qu'on obſerve de merveilleux dans le magnétiſme : que le fer & l'aimant étant apparemment les ſeuls corps diſpoſés à recevoir intérieurement cette matiere, elle

les dirige ſelon ſon courant par-tout où elle les rencontre, & que ne trouvant nulle part ailleurs un accès auſſi libre, elle y rentre après en être ſortie, & qu'elle forme autour d'eux un tourbillon qui a plus ou moins d'étendue & de force, ſelon les diſpoſitions plus ou moins favorables de ces deux corps.

XIX. LEÇON.

Par ce mouvement qu'on attribue à la matiere magnétique d'un pole à l'autre de la terre, on prétend rendre raiſon de la direction de l'aimant; & en effet, cette hypothèſe un fois admiſe, il ſemble d'abord qu'on apperçoive aſſez clairement pourquoi une aiguille aimantée ſe dirige au Nord en la conſidérant comme un aſſemblage de petits canaux, qu'un fluide pénetre & aligne ſelon ſon courant : mais ſi l'on y réfléchit un peu, & que l'on en juge par comparaiſon avec les effets du même genre qui nous ſont plus connus, on voit bientôt que cette explication ſouffre de grandes difficultés.

Difficultés contre ces opinions

Qu'arriveroit-il, par exemple, ſi je plaçois dans la riviere une piece de bois ſuſpendue en équilibre par

XIX. Leçon.

le milieu de ſa longueur ? Si cette piece de bois étoit percée d'un bout à l'autre, & qu'elle ſe trouvât d'abord alignée ſelon le fil de l'eau, je conçois bien qu'elle pourroit garder cette direction, à la faveur du fluide qui l'enfileroit ; mais ſi je la plaçois en travers du courant, & que le centre de ſon mouvement fût à égales diſtances de ſes deux bouts, je ne vois pas qu'elle dût changer de poſition ſans quelqu'accident ; car le courant ne l'enfileroit plus, puiſque par ſuppoſition ce tuyau feroit des angles droits avec le fil de la riviere.

Suppoſons maintenant que cette piece de bois ne ſoit point percée, qu'elle ſoit impénétrable à l'eau, il eſt certain que ſi ſa longueur ſe trouve parallele à la direction du courant, l'eau qui coule de toutes parts le long de ſa ſurface, lui fera conſtamment garder cette poſition, ou qu'elle la lui fera prendre même dans tous les cas, excepté celui où la piece de bois, poſée en travers de la riviere, recevroit de part & d'autre du centre de ſon mouvement des impulſions égales de la part du courant.

Conſéquemment

XIX. LEÇON.

Conſéquement à ces principes, qui ſont inconteſtables, ſi l'aiguille aimantée ſe dirige du Nord au Sud, parce qu'un torrent de matiere l'enfile ſuivant cette direction, il ſemble qu'en la plaçant de maniere que ſes pointes regardaſſent l'Eſt & l'Oueſt, on devroit la mettre hors d'état de s'aligner ſuivant la direction naturelle de la matiere magnétique, comme le tuyau qu'on placeroit en travers de la riviere, y demeureroit en équilibre, n'étant plus enfilé par le courant. Cependant on ſait que cela n'arrive jamais; l'aimant ſe dirige conſtamment vers le Nord & vers le Sud, quelque poſition qu'on affecte de lui faire prendre.

Il ſuit encore de notre comparaiſon que la matiere qui va d'un pole à l'autre de la terre, devroit diriger une aiguille de cuivre ou d'argent, de même qu'elle dirige celle de fer & d'acier; car ſi ſon action ſe fait ſentir ſur ce dernier métal, parce qu'elle le pénetre facilement, comme on le dit, il ſemble qu'elle devroit auſſi mouvoir les autres, parce qu'elle ne les pénetre

XIX. Leçon.

pas de même ; eſt-il néceſſaire que le vent pénetre dans l'intérieur d'une girouette pour la faire tourner , & la contenir dans la direction qu'il a ? ne ſuffit-il pas qu'il ſe coule le long d'elle de part & d'autre ? en un mot, ſi la matiere magnétique n'enfile que du fer aimanté , l'aiguille de cuivre paroît être dans le cas de notre piece de bois qui ne ſeroit point percée, & qui n'en ſeroit pas moins capable de ſe diriger ſuivant le fil de l'eau.

Une autre difficulté qui ſe préſente , c'eſt que l'aimant ne ſe dirige point toujours au vrai Nord & au vrai Sud ; la matiere magnétique ne va donc pas conſtamment d'un pole du monde à l'autre? Pour rendre raiſon de cette eſpece d'irrégularité, il en coûteroit peu d'accorder à cette matiere des poles un peu différents de ceux de notre globe. Mais cette déclinaiſon , comme l'on ſait, varie pour les temps & pour les lieux : l'hypothèſe ne peut donc ſubſiſter qu'en perdant beaucoup de ſa premiere ſimplicité , & de ſon mérite par conſéquent.

Selon M. Halley , cette terre que

nous habitons n'eſt qu'une croûte qui enveloppe un gros aimant, qui en eſt comme le noyau : ce ſavant prétendoit de plus que cet aimant a une révolution particuliere ſur lui-même, par laquelle ſes poles s'éloignent peu-à-peu de ceux du globe extérieur : c'eſt pour cette raiſon, diſoit-il, que les petits aimants, & les aiguilles de bouſſoles déclinent de plus en plus du Nord à l'Oueſt, parce que le torrent qui les dirige a deux termes qui changent continuellement de poſition. C'eſt dommage que cette ingénieuſe penſée manque de preuve, & qu'on ne puiſſe la concilier avec les obſervations, ſans la charger encore de quelques ſuppoſitions; car comme la variation de la déclinaiſon n'eſt point uniforme, qu'elle eſt plus grande dans un temps, ou dans un pays que dans un autre, on eſt obligé d'attribuer au noyau d'aimant un mouvement irrégulier pour ſatisfaire à toutes ces variétés.

C'eſt encore par cette matiere émanée de la terre ou de ſon noyau d'aimant, qu'on cherche à expliquer

XIX. LEÇON.

l'inclinaiſon de l'aiguille aimantée: ſi l'on jette les yeux ſur la *Figure* 25, on voit que l'aiguille *b*, en s'alignant ſuivant la direction du fluide qui environne l'aimant *N S*, incline auſſi une de ſes extrémités, & que cette inclinaiſon eſt d'autanr plus grande, que l'aiguille ſe trouve placée plus près du pole *N*.

Si les deux parties oppoſées de la terre qui ſervent de poles à la matiere magnétique, n'étoient que de très-petits eſpaces, il eſt certain qu'il faudroit en approcher de fort près pour appercevoir l'inclinaiſon de l'aimant; par-tout ailleurs le fluide magnétique auroit un mouvement parallele à la ſurface du globe, & l'aiguille qu'il enfileroit, paroîtroit toujours dans un plan horizontal; mais il faut croire que cette émanation de matiere occupe une très-grande partie de chaque hémiſphere terreſtre, comme il eſt repréſenté par la *Figure* 25; de ſorte que ſon courant eſt preſque toujours incliné juſqu'aux environs de l'équateur.

Outre cette circulation d'un pole à l'autre qu'on attribue à la matiere

magnétique, & qu'on regarde comme la cauſe principale de la direction & de l'inclinaiſon de l'aimant, il ſemble qu'on doive encore ſuppoſer qu'elle ſe meut, ou qu'elle agit auſſi dans une direction perpendiculaire à la ſurface de la terre, en quelque lieu que ce ſoit. Sans cette ſuppoſition, il eſt aſſez difficile de rendre raiſon du fait que l'on va voir, & de ſes circonſtances.

XIX. LEÇON.

IX. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Sur un petit guéridon de bois, élevé à une hauteur commode, on place une aiguille aimantée très-mobile ſur ſon pivot, comme on le voit par la *Figure* 26. On prend enſuite une verge de fer, ronde ou quarrée de 7 à 8 lignes de diametre, & de deux ou trois pieds de longueur : on la tient dans une ſituation perpendiculaire à l'horizon ou à peu-près, & l'on préſente d'abord le bout d'en-bas, & enſuite le bout d'en-haut à l'aiguille.

XIX. Leçon.

Effets.

On remarque aſſez conſtamment que le bout de la verge de fer qui eſt le plus élevé, attire, & au contraire que celui qui eſt le plus abaiſſé, repouſſe la partie de l'aiguille qui ſe dirige au Nord ; & que chacun des bouts de la verge de fer a des effets tout différents, s'il eſt préſenté à l'autre partie de l'aiguille qui a coutume de ſe diriger au Sud.

Reflexions.

Une barre de fer devient donc tout d'un coup, & par la ſeule poſition verticale, un aimant qui a des poles, puiſque par ſes deux extrémités, elle exerce ſur l'aiguille aimantée la même répulſion & la même attraction que nous avons remarquées ci-deſſus entre deux aimants. Je dis, par la ſeule poſition ; car on n'y voit pas d'autre cauſe, quand on s'y prend doucement, pour élever & abaiſſer, ſans ſecouſſes, la barre de fer, lorſqu'on veut préſenter ſucceſſivement & de ſuite ſes deux extrémités au même bout de l'aiguille. Le fait eſt

même ſi marqué, qu'il n'eſt pas néceſſaire abſolument que la verge de fer ſoit dans une ſituation tout-à-fait verticale ; quand elle ne ſeroit qu'inclinée, pourvu qu'elle ait une de ſes extrémités plus élevée que l'autre, cela ſuffit pour produire les effets dont je viens de faire mention.

XIX. Leçon.

Le tourbillon de matiere magnétique, que tout le monde admet autour de l'aimant, ſert à rendre raiſon des autres effets, c'eſt-à-dire, de l'attraction & de la communication.

L'aimant, dit-on, attire le fer quand il en eſt à une diſtance convenable, c'eſt-à-dire, quand le fer eſt plongé dans cette matiere qui circule de l'un à l'autre de ſes poles : parce qu'alors l'effort que fait ce fluide pour rentrer dans la pierre, s'exerce contre le fer qu'il touche, & le porte contre le corps qui eſt comme le centre de ſa circulation.

Il eſt vrai qu'on eſt comme forcé d'admettre cette cauſe en général, parce qu'on n'en apperçoit point d'autre; mais quand on la compare avec ſes effets, l'eſprit ſe révolte, &

XIX. Leçon.

ne conçoit qu'avec bien de la peine qu'il puiſſe venir tant de merveilles d'une ſource ſi peu féconde en apparence. Nous n'avons aucun exemple connu dans la nature qui nous amene à croire qu'un fluide ſi ſubtil, qui ſe fait ſi peu ſentir d'ailleurs, puiſſe produire une adhérence de 60 ou 80 livres entre deux corps qu'il pénetre, dit-on, avec une extrême facilité : ſi la matiere magnétique traverſe l'aimant & le fer avec autant d'aiſance que le prétendent preſque tous les Phyſiciens, pourquoi les attache-t-elle ſi fortement l'un à l'autre, tandis qu'elle ne fait rien de ſemblable à l'égard du bois, du carton, du cuivre, du verre, &c, qu'elle pénétre auſſi, comme on l'a vu précédemment. Le fer & l'aimant ſeroient-ils donc, contre l'opinion commune, les ſeuls corps impénétrables à la matiere magnétique, comme un grand Phyſicien de nos jours [a] a été tenté de le croire ? ou bien y a-t-il dans ces deux minéraux une diſpoſition

(*a*) M. de Réaumur, *Mém. de l'Acad. Royale des Sciences*, 1730, p. 145.

particuliere qui faſſe valoir l'action de ce fluide ?

Cette derniere conjecture paroît aſſez plauſible, ſur-tout quand on ſait qu'une pierre d'aimant perd quelquefois une grande partie de ſa vertu en tombant par terre, en ſe heurtant rudement, ou quand on l'expoſe à une chaleur violente : ſon affoibliſſement alors ne peut gueres s'attribuer qu'à un changement d'ordre dans ſes parties, & à la diſpoſition nouvelle & déſavantageuſe que le choc ou le feu leur a fait prendre. Deux expériences & quelques obſervations que je vais rapporter, feront connoître évidemment que cette diſpoſition intérieure de l'aimant, ſe trouve auſſi dans le fer aimanté, qu'on l'y peut faire naître, ou l'y augmenter quand on le veut.

X. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Il faut prendre un gros fil-de-fer, comme de deux ou trois lignes de diametre, & de 12 à 15 pouces de longueur, le pincer dans un gros

XIX. LEÇON.

étau de Serrurier, ou le paſſer dans un trou que l'on aura fait dans une piece de fer un peu épaiſſe, pour le plier & replier à pluſieurs fois, & en ſens contraires d'un bout à l'autre, & enfin le caſſer à l'endroit où l'on finit cette opération.

EFFETS.

Si l'on préſente le bout où le fil a été caſſé, à la limaille de fer, il l'attire, & s'en charge comme pourroit faire une lame de couteau qui auroit été foiblement aimantée.

XI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Tenez d'une main la verge de fer que nous avons employée pour la IXe Expérience, dans une ſituation verticale; frappez deſſus d'un bout à l'autre légérement avec un marteau de fer, & attendez que le ſon & le frémiſſement des parties ſoient ceſſés. Voyez la *Figure* 27.

EFFETS.

1°, Si vous tenez enſuite cette

verge de fer dans une ſituation horizontale, & que vous préſentiez à une aiguille aimantée, le bout *A* qui étoit le plus élevé, quand vous avez donné les coups de marteau, vous attirerez la partie de l'aiguille qui ſe dirige vers le Nord; le bout oppoſé *B* fera un effet tout contraire.

2°, Lorſqu'on recommence l'expérience, en tenant en haut le bout *B*, pendant qu'on frappe ou qu'on ſecoue rudement la verge de fer, ce même bout attire enſuite la partie de l'aiguille qu'il repouſſoit auparavant.

Ainſi l'on peut changer autant de fois qu'on le juge à propos, les propriétés de ces deux bouts *A* & *B*, en tenant en bas ou en haut, tandis que l'on bat la verge de fer, celui des deux que l'on veut qui attire ou repouſſe.

Reflexions.

Ces deux dernieres expériences prouvent aſſez bien que l'agitation & les ſecouſſes changent quelque choſe à la conſtitution intérieure du fer, & que ce changement, quel qu'il ſoit, fait prendre au métal la

XIX. LEÇON.

qualité de l'aimant : ſi l'on ſavoit en quoi conſiſte cette converſion, & ce qui conſtitue ce nouvel état qu'on fait prendre au fer, on toucheroit ſans doute d'aſſez près à la premiere cauſe du magnétiſme ; mais les ſignes extérieurs qui conſtatent le fait, ne nous apprennent point comment il eſt produit, nous n'avons ſur cela que des conjectures ; voici celles qui m'ont paru les plus raiſonnables.

Opinions de M. Dufay.

M. DUFAY, d'après Deſcartes, dont il a beaucoup ſimplifié les idées, croyoit que les pores du fer ſont de petits canaux revêtus intérieurement de filaments très-déliés & mobiles, ſur celle de leurs extrémités qui eſt adhérente ; de ſorte qu'à la moindre ſecouſſe, au moindre choc, tous ces petits poils ſe renverſent & ſe couchent, comme on le peut voir par la *Figure* 28. Cette diſpoſition rend les pores d'un accès facile par un côté ſeulement ; & quand la matiere magnétique ſe préſente par la partie oppoſée, elle ne peut y paſſer, à moins qu'elle ne ſoit aſſez abondante & aſſez forte, pour re-

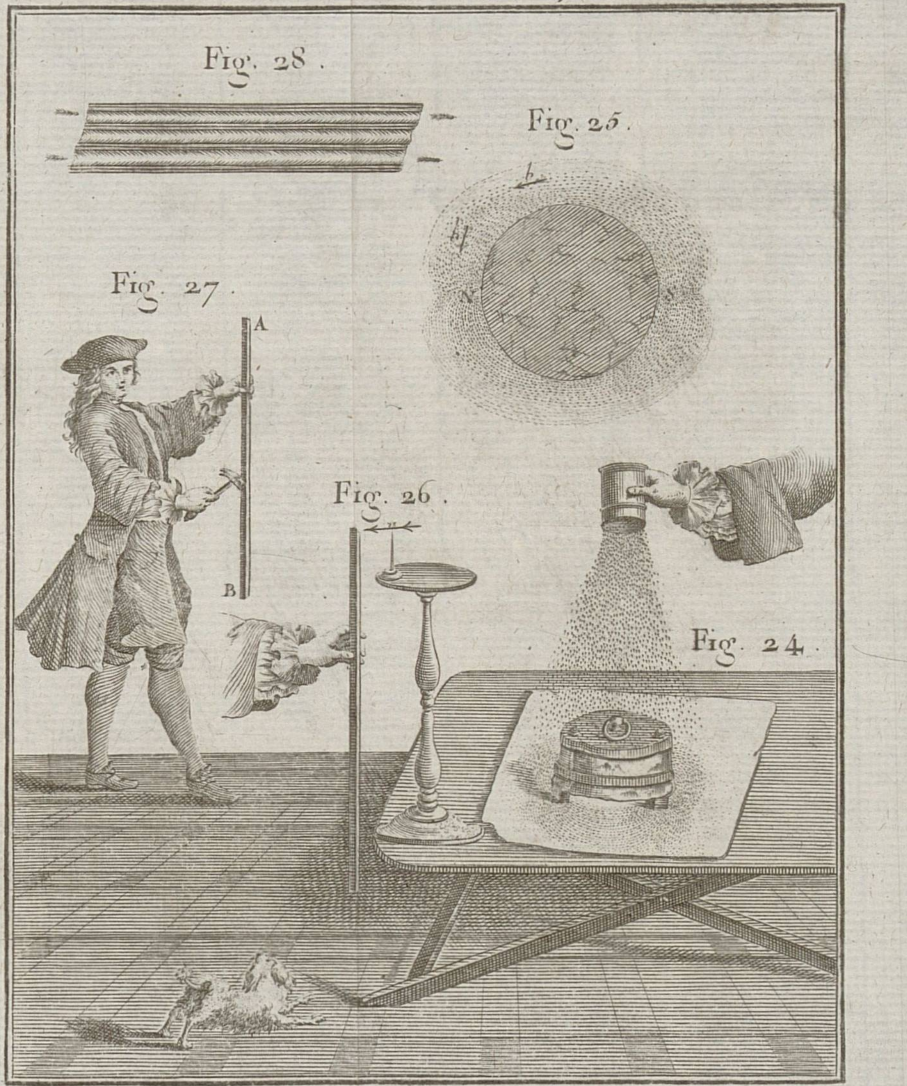


Fig. 28.
Fig. 25.
b
N
S
Fig. 27.
A
B
Fig. 26.
Fig. 24.

tourner les petits poils métalliques qui lui préſentent leurs pointes. Voilà pourquoi, diſoit-il, une verge de fer ſecouée perpendiculairement, devient un aimant dont le pole d'entrée eſt en haut, & le pole de ſortie en bas : & quand une pierre d'aimant communique ſa vertu à une aiguille ou à un couteau, c'eſt que le torrent de matiere magnétique qui en ſort, couche d'un même côté tous les poils dont les pores ſon revêtus, & met cette lame en état d'être continuellement pénétrée comme une pierre d'aimant, par la circulation d'une ſemblable matiere. Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1730, *pag.* 142 & *ſuiv.* où M. Dufay applique ce ſyſtême à tous les phénomenes de l'aimant.

Opinion de M. de Réaumur.

M. DE REAUMUR conſidérant le fer comme un aimant imparfait, croyoit que ce métal renfermoit une infinité de petits tourbillons de matiere magnétique, auxquels il ne manquoit que de ſe joindre enſemble pour réunir leurs forces ; la ſecouſſe, les coups de marteau, les plis & les

XIX. LEÇON.

replis que l'on fait au fer, ſont, ſelon lui, autant de moyens qui dégagent, pour ainſi dire, la matiere magnétique, & qui l'aident à prendre un courant réglé d'un bout à l'autre d'une lame, ou d'une barre de fer: ce que les coups réitérés & ménagés avec deſſein, peuvent opérer foiblement, un torrent de matiere bien puiſſant, tel qu'il ſe trouve au pole d'un aimant naturel, le fait bien plus ſûrement. Voilà le fond du ſyſtême; on en peut voir les applications plus détaillées dans les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1730, *pag.* 145 & *ſuiv.*

Soit qu'on adopte l'une ou l'autre de ces deux opinions, on peut expliquer aſſez heureuſement certains faits qui ont mérité l'attention des Savants.

La croix du clocher d'Aix & celle du clocher de Chartres, ſont devenues fameuſes, parce que leurs tiges, après avoir été deſcendues, ſe ſont trouvées naturellement aimantées, ayant des poles bien marqués à leurs extrémités.

XIX. LEÇON.

Tous les outils d'acier dont les Ouvriers ſe ſervent pour couper & percer le fer à froid, comme les ciſelets, les poinçons, les forets, &c. enlevent auſſi la limaille de fer par leurs pointes ou tranchants.

Les peles, les pincettes & autres inſtruments de fer, que l'on a coutume de tenir debout, & que l'on met toujours aſſez rudement dans cette ſituation, donnent très-ſouvent des ſignes de magnétiſme ; & l'on prétend que la foudre a quelquefois fait prendre au fer la vertu de l'aimant, comme il eſt arrivé auſſi qu'elle l'a fait perdre aux aiguilles de bouſſoles.

C'eſt que par ſucceſſion de temps, & par des ſecouſſes violentes, les filaments intérieurs du fer ſe ſont couchés tous du même ſens, & que par cette diſpoſition uniforme des parties, les pores du métal laiſſent un paſſage plus libre & plus réglé à la matiere magnétique ; ou bien par les mêmes cauſes, les petits tourbillons particuliers de cette matiere ſe réuniſſent dans l'intérieur du fer, & acquierent une communication avec

celle du dehors, ce qui fait que la circulation devient libre.

A propos des outils qui s'aimantent en coupant du fer, M. de Réaumur a ſoupçonné avec beaucoup de vraiſemblance que cette vertu leur vient plutôt en coupant du fer, qu'en coupant toute autre matiere (fût-elle auſſi dure). Une des raiſons qu'il en donne, c'eſt qu'il y a tout lieu de croire que ce métal eſt continuellement environné d'une atmoſphere de matiere magnétique d'autant plus forte que le morceau de fer eſt plus gros.

Cette conjecture eſt appuyée ſur une belle expérience qui mérite d'être rapportée. Le fait eſt qu'un aimant naturel ou artificiel enleve une plus grande quantité de fer, lorſque ce fer eſt poſé ſur une enclume, que s'il étoit poſé ſur du bois ou ſur de la pierre; & ſi l'enclume qui ſert de ſupport eſt plus groſſe, l'aimant en paroît plus puiſſant, comme ſi le tourbillon de matiere magnétique, d'où dépend l'attraction, devenoit plus abondant par le voiſinage d'une groſſe maſſe de fer.

Je

XIX. Leçon.

Je termine ici ce que j'avois à dire au ſujet de l'aimant : ceux de mes Lecteurs qui s'intéreſſeront particuliérement à cette matiere, & qui deſireront d'en ſavoir davantage, pourront lire les Ouvrages que j'ai cités dans le cours de cette Leçon, & y joindre la lecture de ceux-ci : Pieces qui ont remporté les prix de l'Académie Royale des Sciences en 1743 & 1746, ſur la meilleure maniere de conſtruire les bouſſoles d'inclinaiſon, & ſur l'attraction de l'aimant avec le fer.

XX. LECON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

XX. Leçon.

On dit que l'art eſt le ſinge de la nature, parce qu'ordinairement ſon plus grand mérite eſt de la bien imiter. Mais par rapport aux phénomenes électriques, on peut dire qu'il a travaillé ſans modele, & qu'il nous a dévoilé des ſecrets, dont probablement nous n'aurions jamais eu connoiſſance ſans lui. En 1749 (a) j'oſai dire que le tonnerre & les éclairs qui font partie de ce formidable météore, n'étoient qu'une grande Electricité, ſemblable par ſon eſſence à celle que nous excitons dans nos laboratoires en frottant certaines ſubſtances : ma conjecture que j'avois rendu plauſible par des ob-

(*a*) Voyez mes Leçons de Phyſique, T. IV, pag. 314 & ſuiv.

ſervations aſſez concluantes, ſe vérifia trois ans après (a) : des expériences déciſives montrerent l'identité que j'avois annoncée ; & l'on apprit de plus qu'en certains temps, il regne dans une portion conſidérable de notre atmoſphere, une cauſe qui produit tous les mêmes effets que nous connoiſſons depuis 30 ou 40 ans ſous le nom de *phénomenes électriques*.

Deux ſortes d'Electricités ; naturelle & artificielle.

NOUS devons donc diſtinguer maintenant deux ſortes d'Electricités, différentes ſeulement par leur origine ou maniere de naître, & par la grandeur de leurs effets. Appellons *Electricité naturelle*, celle qui s'excite comme d'elle même, & ſans notre participation dans l'atmoſphere terreſtre, par des cauſes juſqu'ici inconnues (b). Nommons *Electricité ar-*

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences, 1752. *p.* 233 & *ſuiv.*

(*b*) J'imagine que l'Electricité peut s'exciter dans notre atmoſphere par le frottement de deux courants d'air qui gliſſent l'un ſur l'autre, avec des directions oppoſées, ce qui arrive ordinairement dans les temps orageux ; & que cette vertu ſe communiquant aux nuages, les met en état d'étinceler & de fulminer contre

XX. LEÇON.

tificielle, celle que nous produiſons à volonté par le frottement de certains corps, ou par quelque préparation particuliere, que le hazard, l'étude & l'expérience nous ont fait connoître. Ce ſera principalement la derniere qui fera le ſujet de notre Leçon : je ne parlerai de l'autre que par occaſion, & quand j'y ſerai invité par des phénomenes qui pourront y avoir quelque rapport.

Quoique certains effets, que nous reconnoiſſons aujourd'hui pour appartenir à l'Electricité, aient été connus des Anciens, & qu'on en trouve quelques traces dans leurs écrits, ce qu'ils ont ſu de cette ſinguliere propriété des corps, ce qu'ils en ont dit, ſe réduit à ſi peu de choſes, qu'on doit regarder les découvertes qu'on a faites dans cette partie de la Phyſique, comme l'ouvrage de nos jours : ce furent principalement les expériences de M. Grey, publiées en Angleterre, répétées & augmentées par M. Dufay, qui fixerent l'atten-

les objets terreſtres quand ils en ſont à une certaine proximité ; mais ceci n'eſt qu'une pure conjecture que je harzarde par occaſion.

tion des Phyſiciens ſur cette nouvelle ſource de merveilles, & qui firent de l'Electricité un ſujet tellement à la mode, que tout le monde juſqu'au peuple, voulut s'en inſtruire & s'en amuſer.

XX. LEÇON.

Comme j'ai traité un grand nombre de queſtions concernant l'Electricité, dans pluſieurs Ouvrages (a) qui ont paru en différents temps, je me diſpenſerai d'entrer ici dans des détails, & dans des diſcuſſions qui étendroient ces deux dernieres Leçons au-delà des bornes ordinaires : je n'y ferai entrer que ce que le ſujet nous offre de plus intéreſſant & de plus certain ; mais je m'appliquerai particuliérement à faire connoître les rapports que les phénomenes ont entr'eux, ce qu'ils ont de commun, ce qui les diſtingue les uns des autres ; & je me flatte de faire voir

(*a*) Eſſai ſur l'Electricité des Corps, imprimé en 1746, & réimprimé en 1754. Recherches ſur les Cauſes particulieres des Phénomenes Electriques, 1749. Lettres ſur l'Electricité, premier Tome, en 1753 ; ſecond Tome, en 1760. Pluſieurs Mémoires dans les Volumes de l'Académie des Sciences, depuis 1745 juſqu'à préſent.

XX. LEÇON.

par cette méthode, que la multiplicité de faits que bien des gens ſe plaiſent à étaler comme autant d'objets eſſentiellement différents, & par laquelle il ſemble qu'on cherche à effrayer ceux qui s'appliquent à la recherche des cauſes, n'eſt très-ſouvent qu'une vaine apparence, produite par un appareil impoſant, ou par quelque manipulation affectée.

Je diviſe mon ſujet en trois Sections.

Dans la premiere, je parlerai de la nature de la vertu électrique, des moyens de la faire naître, & des ſignes par leſquels elle ſe manifeſte.

Dans la ſeconde, j'expoſerai par ordre ce que l'obſervation & l'expérience ont fait connoître de plus

Nota. Sur la nature, la qualité, les dimenſions des inſtruments, lorſque je ne m'expliquerai pas d'une maniere aſſez détaillée, on pourra conſulter la premiere Partie de mon Eſſai ſur l'Electricité des Corps. C'eſt un petit Ouvrage que l'on peut ſe procurer aiſément; j'éviterai par-là des deſcriptions qui tiendroient bien de la place, & qui ſeroient ſuperflues pour le plus grand nombre de mes Lecteurs; n'y ayant preſque perſonne aujourdhui qui ne ſache comment ſe font ces ſortes d'expériences.

certain, & de plus propre à nous éclairer ſur la cauſe générale & commune des phénomenes électriques.

Dans la troiſieme je ferai voir par un eſſai, qu'il eſt poſſible de rendre raiſon de tous les phénomenes de l'Electricité, en les rapportant à un premier fait bien prouvé, & bien conſtaté dans les deux Sections précédentes.

I. SECTION.

Sur la nature de la vertu électrique, ſur les moyens de la faire naître, & ſur les ſignes par leſquels elle ſe manifeſte.

ARTICLE PREMIER.

Sur la nature de la Vertu Electrique.

L'Electricité, tant naturelle qu'artificielle, eſt l'effet d'une cauſe vraiment méchanique.

IL N'EST plus temps de regarder l'Electricité comme une vertu abſtraite, comme un être métaphyſique; les Phyſiciens mêmes qui ont un penchant & un goût déterminé

XX. LEÇON.

pour ces cauſes ſecretes, & qui affectent encore de déſigner celle des phénomenes électriques par les expreſſions vagues & indéterminées de *pouvoirs* & de *puiſſances*, ſont obligés de convenir qu'il y a ici un véritable méchaniſme : leur conviction ſe décele par les efforts qu'ils font pour nous le dévoiler, & par la confiance avec laquelle ils nous aſſurent qu'ils l'ont apperçu. Ainſi quand on dit maintenant qu'un corps électriſé attire & repouſſe d'autres corps, on convient unanimement que ces mots n'expriment que des apparences ; que les effets dont il s'agit, n'ont point pour cauſe efficiente & immédiate, la matiere propre du corps autour duquel on les apperçoit ; comme ſi ce corps, par une vertu intrinſeque, agiſſoit hors de lui-même ; mais qu'ils ſont produits par un autre agent, vraiment phyſique, dont l'action ſe détermine & ſe modifie ſuivant l'état actuel du corps qu'on électriſe.

Ce que nous ſavons ſur ce ſujet, peut ſe réduire à un petit nombre de propoſitions que l'expérience & l'obſervation nous ont dictées ; l'une

&

& l'autre ſeront mes garans dans l'expoſé que j'en vais faire.

XX. LEÇON.

PREMIERE PROPOSITION.

L'Electricité eſt l'effet d'une matiere en mouvement, autour ou au-dedans du corps qu'on nomme électriſé.

I. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Frottez un tube de verre ſuivant ſa longueur avec la main nue, pourvu qu'elle ſoit ſeche, ou avec un morceau de papier gris que vous tiendrez appliqué ſur le verre; & faites-le paſſer bruſquement à une petite diſtance de votre viſage.

EFFETS.

1°, Vous ſentirez des attouchements ſemblables à ceux des fils d'araignée que l'on rencontre flotants en l'air.

2°, En faiſant gliſſer votre main, ſelon la longueur de ce tube, & fort près de lui, ſans le toucher, vous entendrez un pétillement aſſez

XX. LEÇON.

ſemblable au bruit que fait un peigne fin, ſur les dents duquel vous traînez le bout du doigt.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Suſpendez avec des cordons de ſoie une barre de fer ou un tuyau de fer blanc, qui aboutiſſe de fort près par l'une de ſes extrémités à un globe de verre ([a]) : faites frotter l'équateur de ce globe ſur la main de quelqu'un ou ſur un couſſinet, en le faiſant tourner rapidement ſur ſes deux poles, par quelque moyen que ce ſoit.

EFFETS.

1°, Si vous faites paſſer le revers de votre main *A* & *B*, *Fig.* 1. le long de cette barre ou de ce tuyau de fer, à une petite diſtance de ſa ſurface, tandis qu'on continue de frotter le globe,

(*a*) Tous les corps qu'on électriſe ainſi, ſe nomment *Conducteurs* ; & c'eſt la même choſe qu'ils aboutiſſent eux-mêmes au globe de verre, ou qu'on les y faſſe communiquer par une chaîne de métal, ou par tout autre corps électriſable par communication.

vous ſentirez ſur la peau une légere impreſſion, à peu-près ſemblable à celle que pourroit faire de la laine détirée, ou du coton bien cardé.

2°, Si vous approchez le bout du doigt *C* de cette même barre à une diſtance de 5 à 6 lignes, vous éprouverez une piquure très-ſenſible.

3°, Cette piquure ſera accompagnée d'un petit éclat pareil à celui d'un grain de ſel commun qui décrépite dans le feu.

4°, Si vous faites cette expérience & la précédente dans un lieu où il n'y ait point de lumiere, vous obſerverez que les pétillements ou piqures qu'on éprouve en approchant la main de la ſurface du verre, ou de celle de la barre de fer, ſont accompagnés ou ſuivis d'étincelles très-brillantes, & par conſéquent très-ſenſibles à la vue.

5°, Enfin, vous remarquerez encore dans l'obſcurité une très-belle aigrette de rayons lumineux, bruyants & animés d'un mouvement progreſſif, au bout *D* de la barre de fer le plus reculé du globe, & quelquefois à tous les deux. Et ſi vous en ap-

XX. LEÇON.

prochez le viſage à 5 ou 6 pouces de diſtance, vous ſentirez une odeur qu'on peut comparer à celle du phoſphore d'urine.

REFLEXIONS.

Les effets dont on vient de faire mention ne ſont point produits immédiatement par le corps électriſé puiſqu'ils ſe paſſent hors de lui; on ne peut donc pas ſe diſpenſer de les attribuer à cet être, quel qu'il ſoit, qui touche, qui heurte, qui picque juſqu'à cauſer de la douleur; à cet être, qui ſe fait entendre, qui frappe la vue & l'odorat. Or il ne convient qu'à la matiere, & à la matiere en mouvement, de faire ſur nous de telles imperſſions; & comme dans tous les phénomenes de ce genre ce même agent nous donne des indices très-certains de ſa préſence & de ſon action; on peut conclure en toute ſûreté, & en général, que tout corps électriſé a autour de lui une matiere en mouvement, qui eſt la cauſe immédiate de tous les effets que nous y appercevons.

Matiere électrique. Son exiſtence prouvée par les Expériences précédentes.

C'EST cette matiere que l'on nom-

me communément *matiere* ou *fluide électrique*, & ſur l'exiſtence de laquelle on eſt parfaitement d'accord : on ne l'eſt pas tout-à-fait de même ſur ſon eſſence, ſur ſes propriétés, ſur ſa maniere d'agir.

Quelques Phyſiciens ont penſé que ce fluide pourroit bien être la ſubſtance même du corps électriſé, atténuée, ſubtiliſée, & pouſſée au-dehors par le frottement, par la chaleur, ou par les autres moyens qu'on emploie pour produire l'Electricité. Mais l'expérience a toujours fait voir que les corps, pour la plupart, peuvent être électriſés autant & auſſi long-temps qu'on le veut, ſans ſouffrir aucun déchet ſenſible ; ce qui ne pourroit être, ſi les émanations électriques ſe faiſoient à leurs dépens. S'il y en a dont le poids diminue par l'électriſation, il eſt aiſé de reconnoître que ce qu'ils perdent de leur propre fonds, n'eſt point ce qui produit l'électricité : l'eau, par exemple, quand on l'électriſe, s'évapore en plus grande quantité, qu'elle ne le feroit, ſi on la laiſſoit dans ſon état naturel ; mais

XX. LEÇON.

les étincelles qu'on fait briller alors à ſa ſurface, peuvent-elles être attribuées à une vapeur aqueuſe (a) ?

Ce n'eſt point l'air de l'atmoſphere.

D'autres ont imaginé que cette matiere pourroit bien être l'air même qui entoure le corps qu'on électriſe. Pourquoi, diſent-ils, ce fluide ne reçoit-il pas de ce corps qu'il touche une modification propre à lui faire produire les phénomenes de l'Electricité, comme il reçoit d'un corps ſonore, celle qui le met en état de tranſmettre les ſons ?

On peut dire, contre cette opinion, 1°, que l'Electricité a ſes effets dans le vuide de Boyle, c'eſt-à-dire, dans un eſpace où il n'y a, pour ainſi dire, plus d'air : il eſt vrai que certains phénomenes réuſſiſſent moins bien dans le vuide que dans le plein air ; mais il en eſt d'autres qui le ſouffrent, & même qui l'exigent, comme nous le ferons voir par la ſuite ; on verra pareillement

(a) Le Lecteur qui ſouhaitera de plus grands détails ſur ce ſujet, en trouvera *Mémoires de l'Académie des Sciences* 1747 . . . *pag.* 234 ; & *Recherches ſur les Cauſes particulieres des Phénomenes Electriques*, *pag.* 323 & *ſuiv.*

que ceux à qui la préſence de l'air eſt favorable, ne dépendent point de lui eſſentiellement. On peut ajouter, 2°, que la matiere électrique a des qualités qui ne conviennent point à l'air : elle paſſe à travers certains corps qui ſont abſolument imperméables à ce fluide : elle a une odeur, & il n'en a pas : elle devient lumineuſe, elle s'enflame, elle brûle; l'air ne fait rien de tout cela. 3°, Enfin la matiere électrique tranſmet ſes mouvements avec une rapidité & une vîteſſe, à laquelle celle du ſon même n'eſt pas comparable.

Il y a toute apparence que c'eſt le feu élémentaire.

Tous ceux qui ont étudié l'Electricité par eux-mêmes, & qui ont réfléchi ſur ſes effets, s'accordent à dire aujourd'hui que la matiere électrique eſt ce même élément qui eſt préſent par-tout, au-dedans comme au-dehors des corps, que l'on connoît ſous le nom de *feu élémentaire*, & à qui l'on attribue la double propriété d'éclairer & d'enflammer : ou que ſi ce n'eſt pas lui-même, elle lui reſſemble plus qu'à toute autre matiere.

Ils conviennent encore entr'eux

XX. LEÇON.

que ce fluide eſt extrêmement élaſtique, parce que cela paroît indiqué par la propagation rapide de ſes mouvements, & par l'énergie de ſon action; mais quelques-uns, par convenance pour leurs ſyſtêmes, le ſuppoſent aſſez flexible pour être reſſerré & condenſé dans les corps, par certains moyens; & aſſez extenſible pour ſe raréfier de lui-même dans les eſpaces où il ceſſe d'être contenu ou arrêté: ce qu'il n'eſt pas aiſé de concilier avec l'idée d'une matiere qui reſſemble à celle de la lumiere & du feu. Conſultons l'expérience pour ſavoir à quoi nous devons nous en tenir ſur ces opinions.

SECONDE PROPOSITION.

Il eſt très-probable que la matiere électrique eſt la même que celle du feu & de la lumiere.

III. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Préparez une barre ou un tuyau de fer comme dans la ſeconde ex-

périence : faites en ſorte que ſon extrémité la plus reculée du globe, aboutiſſe dans un vaiſſeau de verre purgé d'air, & que le lieu où vous ferez cette expérience ſoit privé de lumiere.

Pour introduire dans le vuide l'Electricité de la verge de fer qui ſert de Conducteur, on peut y ſuſpendre une eſpece de matras à deux goulots, un peu oblong, garni par un bout d'un robinet pour l'appliquer à la machine pneumatique, & par l'autre bout d'un gros fil de fer, dont la longueur ſoit moitié dedans, moitié dehors, cimenté au goulot & terminé par une boucle, ou par un crochet pour le ſuſpendre. Voyez la *Figure* 2, où ce matras eſt repréſenté en *E*.

Effets.

Si vous portez la main *F*, au robinet de métal qui tient à l'un des goulots du matras purgé d'air, ou que vous approchiez vos doigts *G* de la ſurface du verre, tandis qu'on électriſe le Conducteur : vous verrez dans l'intérieur du vaiſſeau plusieurs

XX. Leçon.

jets d'une matiere très-lumineuſe; & ſi vous le touchez, vous appercevrez une pareille matiere qui ſe répand dans ſon épaiſſeur, à peu-près comme une huile imprégnée de phoſphore.

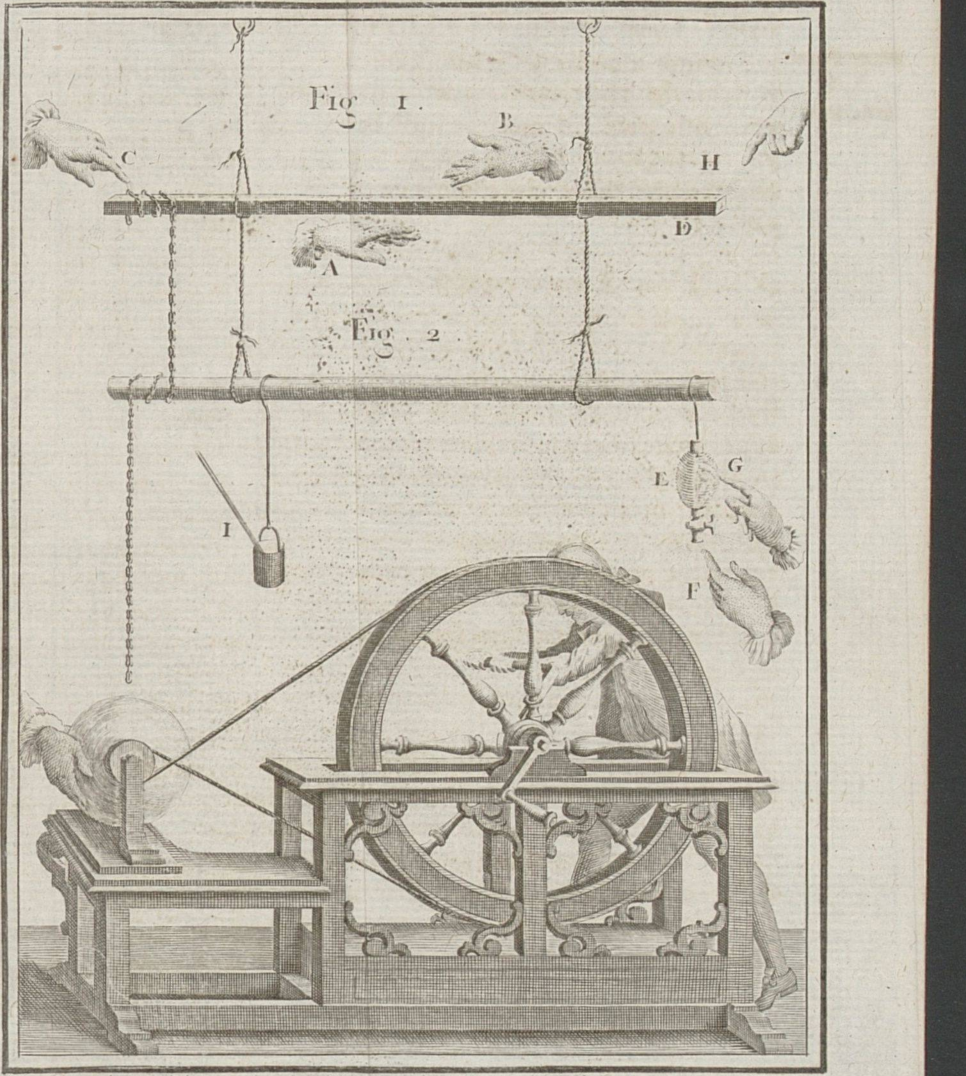
IV. Expérience.

Preparation.

Electriſez encore une barre de fer, ſemblable à celle de la ſeconde expérience, ou plutôt une tringle de lit, dont le bout le plus reculé du globe, ſoit un peu arrondi: préſentez le doigt à cette partie comme pour en tirer une étincelle, & placez entre l'un & l'autre le lumignon d'une chandelle nouvellement éteinte. Voyez la *Figure 3*.

Effets.

Si lorſque l'étincelle éclate, le trait de matiere électrique traverſe le jet de fumée qui ſort du lumignon, vous verrez preſque toujours la chandelle ſe rallumer.



Gobin del. et Sculp.

V. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Faites chauffer ſur des charbons ardents une cuiller d'argent ou de quelqu'autre métal, remplie aux trois quarts de bon eſprit-de-vin, & préſentez-la au Conducteur des expériences précédentes, lequel pour cet effet doit être un peu recourbé en en-bas; ou bien on peut y ſuſpendre un gros fil de fer terminé par en-bas en anneau fort alongé *A* (*fig.* 3.).

EFFETS.

Dès que la liqueur ſera à quelques lignes de diſtance du métal électriſé, vous la verrez immanquablement s'enflammer par les étincelles qui éclateront entre l'une & l'autre.

REFLEXIONS.

La matiere qu'on voit briller dans ces trois dernieres expériences, & qu'on appercevra encore ſous différentes formes dans bien d'autres cas dont nous aurons occaſion de parler, eſt certainement la matiere

XX. LEÇON.

électrique, puiſqu'elle ne ſe montre ainſi que quand on la met en jeu par l'électriſation, & qu'elle diſparoît quand l'Electricité ceſſe ; or cette matiere luit & éclaire comme celle qui nous fait voir les objets ; elle brûle & enflamme comme celle qui produit le feu ou l'embraſement des corps combuſtibles. La reſſemblance dans les effets annonce aſſez ſûrement l'identité des cauſes ; ainſi d'après les expériences qu'on vient de voir, on peut conclure avec beaucoup de vraiſemblance que ce fluide reconnu par les Phyſiciens ſous le nom de *Feu élémentaire*, & à qui ils attribuent la propriété de produire la *lumiere*, eſt auſſi celui que la nature emploie pour tous les phénomenes électriques.

L'obſervation vient ici à l'appui de l'expérience, & nous porte à croire de plus en plus que le feu, la lumiere & l'Electricité dépendent du même principe, & ne ſont que trois modifications différentes du même être ; ce qui eſt d'ailleurs, on ne peut pas plus conforme à cette ſage économie qu'on voit régner

dans l'univers, où les cauſes Phyſiques ſont employées avec épargne, & les effets multipliés avec magnificence.

Analogies du feu élémentaire avec la matiere électrique.

1°, Le feu n'agit pas de lui-même & ſans être excité : les corps qui en contiennent le plus, ou qui ont le plus de diſpoſition à ſe prêter à ſon action, les huiles, les eſprits & vapeurs qu'on nomme *inflammables*, les phoſphores ne s'embraſent point d'eux-mêmes ; il faut que quelque cauſe particuliere développe ou excite le principe d'inflammation qui eſt en eux. Mais de tous les moyens propres à animer ce principe, il n'en eſt pas de plus efficace, ni de plus prompt, que celui-là même qui fait naître primitivement l'Electricité : les corps deviennent électriques de la même maniere qu'on les rend chauds ; en les frottant, on fait l'un & l'autre. Ils peuvent être électriſés par communication, comme un corps peut être embraſé par un autre qui l'a été avant lui ; mais il faut toujours que celui de qui ils tiennent leur vertu ait été frotté, à peu-près comme la flamme qui con-

XX. LEÇON.

ſume une bougie, vient originairement d'une étincelle que le frottement ou la colliſion a fait naître.

2°, Quand on frotte un corps pour l'échauffer, la chaleur pour l'ordinaire naît d'autant plus vîte, & devient d'autant plus grande que ce corps eſt plus denſe, ou que ſes parties ſont plus élaſtiques; le plomb s'échauffe foiblement ſous la lime & ſous le marteau; mais le fer & l'acier y deviennent brûlants, parce qu'ils ont plus de reſſort que les autres métaux. On peut remarquer auſſi que les corps capables de devenir électriques par frottement, acquierent cet état d'autant plus vîte, & dans un degré d'autant plus éminent, que leurs parties ſont plus roides & plus propres à une vive réaction. La cire blanche de bougie, par exemple, qui devient un peu électrique pendant le grand froid, ne l'eſt point du tout quand on l'éprouve par un temps & dans un lieu chaud. La cire d'Eſpagne le devient davantage en tout temps; mais elle ne l'eſt jamais autant que le ſoufre & l'ambre qui peuvent être frottés

plus fortement & plus long-temps, ſans que leurs parties s'amoliſſent & perdent leur reſſort. N'eſt-ce point auſſi par cette derniere raiſon, que le verre frotté devient plus électrique qu'aucune autre matiere connue?

XX. LEÇON.

3°, L'action du feu ſemble s'étendre davantage, & avec plus de facilité, dans les métaux que dans toute autre eſpece de corps ſolide; car ſi l'on tient par un bout une verge de fer, de cuivre, d'argent, &c. de médiocre longueur, & que l'autre extrémité touche au feu, la chaleur ſe communique bientôt juſqu'à la main: on n'apperçoit pas la même choſe avec une regle de bois, un tuyau de pipe, un tube de verre, une plaque de marbre ou de pierre. Je ne m'arrête point à chercher ici la raiſon de cette différence; mais j'obſerve ſeulement que l'Electricité, comme la chaleur, s'étend facilement dans les métaux, & dans tout ce qui en contient beaucoup. Si j'électriſe, par exemple, une barre de métal, & en même-temps avec les mêmes ſoins, tel autre corps que ce ſoit, tant du regne végétal, que du regne

XX. LEÇON.

minéral qui ne ſoit point métallique, jamais je n'apperçois autant d'Electricité dans celui-ci que dans l'autre.

4°, Le feu qui ne trouve pas d'obſtacle, qui eſt dégagé de toute matiere étrangere (je parle du feu élémentaire, & j'excepte les cas où ſes rayons ſont condenſés par réflection, par réfraction ou autrement) le feu, dis-je, qui cede au 1er degré de mouvement qu'on lui imprime, ſe diſſipe ſans chaleur ſenſible, & ne produit que de la lumiere; mais quand ſon effort eſt retardé, & qu'il trouve de l'oppoſition, il croît de plus en plus par la force qui continue de l'animer, & s'il vient à rompre ce qui le retient, ſemblable à la bombe qui éclate, il s'arme, pour ainſi dire, des parties de la matiere qu'il a diviſée; il heurte avec violence les corps qui ſont expoſés à ſon choc, & à travers deſquels il paſſeroit librement & ſans effet, s'il étoit ſeul; ce principe eſt prouvé par une infinité de phénomenes familiers, dont on trouvera des exemples dans notre XIIIe Leçon,

 On

On voit auſſi quelque choſe de ſemblble dans l'Electricité : ſi j'électriſe extérieurement, ſoit en frottant, ſoit autrement, un globe ou tout autre vaiſſeau de verre qui ſoit vuide d'air, & purgé par conſéquent des vapeurs dont ce fluide eſt toujours chargé ; je n'apperçois au-dedans qu'une lumiere diffuſe, à peu-près comme celle des éclairs, que la grande chaleur fait naître par un temps ſerein : cette Electricité intérieure ne ſe manifeſte plus comme d'ordinaire, par des pétillements, de petits éclats, des étincelles ; apparemment parce que le vaiſſeau purgé d'air ne contient plus qu'un feu élémentaire, dégagé de toute ſubſtance étrangere : ce fluide au moindre mouvement qu'on lui communique, s'enflamme ſans effort, mais auſſi ſans autre effet que celui de luire dans l'obſcurité.

5°, La matiere du feu faiſant fonction de lumiere, ſe meut pour l'ordinaire plus librement dans un corps denſe, que dans un milieu plus rare ; plus librement, par exemple, dans l'eau que dans l'air, & encore

XX. LEÇON.

plus dans le verre que dans l'eau ; c'eſt au moins une conſéquence qu'on a cru devoir tirer des loix qu'on lui voit ſuivre communément dans ſes réfractions ; la matiere électrique paroît affecter auſſi de ſe mouvoir le plus long-temps, & le plus loin qu'il eſt poſſible dans le corps ſolide qui eſt électriſé, comme ſi l'air environnant étoit pour elle un milieu moins perméable : il en ſort plus par les extrémités & par les angles ſaillants d'une barre de fer, que de tout autre endroit de cette même barre ; c'eſt à ces angles qu'elle ſe manifeſte davantage, comme il eſt aiſé d'en juger par les émanations lumineuſes ; & ſi l'on électriſoit pluſieurs barres ſemblables, qui fuſſent ſuſpendues bout à bout, l'Electricité paſſeroit infailliblement de l'une à l'autre, & s'étendroit incomparablement plus loin qu'elle ne peut faire dans l'air, lorſqu'une fois elle a quitté le corps d'où elle part.

6°, Le mouvement de la lumiere ſe tranſmet en un inſtant à de grandes diſtances, ſoit qu'elle vienne directement de ſa ſource, ſoit qu'on

la réfléchiſſe ou qu'on la réfracte : l'expérience nous ſera voir auſſi dans tout le cours de cette Leçon que l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle, parcourt en un clin d'œil un eſpace très-conſidérable, pourvu qu'elle trouve des milieux propres à tranſmettre ſon action.

7°, Enfin l'Electricité, comme le feu, n'a jamais plus de force que pendant le grand froid, lorſque l'air eſt ſec & fort denſe ; & au contraire pendant les grandes chaleurs, & lorſqu'il fait humide, il arrive rarement que ces ſortes d'expériences réuſſiſſent bien. On a obſervé que l'humidité eſt plus à craindre pour les corps qu'on veut électriſer par frottement, que pour ceux à qui l'on veut ſeulement communiquer l'Electricité ; une corde mouillée, par exemple, tranſmet fort bien cette vertu ; mais un tube de verre ne donne preſqu'aucun ſigne d'Electricité, quand on le frotte avec un corps ou dans un air qui n'eſt pas bien ſec. C'eſt en quoi j'apperçois encore une certaine analogie avec le feu ; car l'embraſement, ainſi

XX. LEÇON.

que l'Electricité, ne naît point dans des matieres fort humides ; mais s'il eſt excité d'ailleurs, la chaleur qui en eſt l'effet, s'y communique aiſément.

On peut donc ſuppoſer, en conſidérant toutes ces analogies, que la matiere qui fait l'Electricité, ou qui en opere les phénomenes, eſt la même que celle du feu & de la lumiere : une matiere qui brûle, qui éclaire, & qui a tant de propriétés communes avec celle qui embraſe les corps & qui nous fait voir les objets, ſeroit-elle autre choſe que du feu, autre choſe que la lumiere même ?

Cependant on ne peut pas dire que la matiere électrique ſoit purement & ſimplement l'élément du feu dépouillé de toute autre ſubſtance ; l'odeur qu'elle fait ſentir, ſemble prouver que cela n'eſt pas. On peut ajouter que quand cette matiere s'enflamme, elle paroît ſous différentes couleurs, tantôt d'un brillant éclatant, tantôt violette ou purpurine, ſelon la nature des corps d'où elle ſort, & ſelon l'état actuel des milieux où elle eſt reçue.

IL me paroît donc très-probable que la matiere électrique, la même au fond que celle du feu élémentaire ou de la lumiere, eſt unie à certaines parties du corps électriſant ou du corps électriſé, ou du milieu par lequel elle a paſſé.

XX. LEÇON. La matiere électrique n'eſt pas le feu élémentaire tout pur.

TROISIEME PROPOSITION.

Pour l'Electricité comme pour la Lumiere, tous les corps ne ſont pas également perméables.

VI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Au lieu de la barre de fer employée dans la ſeconde expérience, eſſayez d'électriſer un long bâton de cire d'Eſpagne ou de ſoufre, une longue bougie ou un cierge de cire blanche qui n'ait point de meche, un tube de verre, &c.

EFFETS.

Vous ne verrez pas ſortir de ces corps, comme du métal, ces belles aigrettes lumineuſes dont nous avons fait mention; vous ne ſentirez pas

XX. LEÇON.

autour d'eux ces écoulements qui touchent la peau comme un ſouffle léger, ou comme des toiles d'araignée : quand vous en approcherez le doigt, vous n'exciterez pas ces étincelles vives & brillantes ; à peine appercevrez-vous à leur ſurface une petite lueur morne & rampante qui ne ſe fera pas ſentir ſur la peau.

VII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Mettez des fragments de feuilles d'or, ou des petites plumes dans un vaſe de verre, dont l'ouverture ſoit large ; couvrez-le d'une plaque qui ait 3 à 4 lignes d'épaiſſeur, de réſine, de ſoufre, de cire d'Eſpagne, de cire blanche dont on fait la bougie, & généralement de toute matiere graſſe ou réſineuſe ; préſentez au-deſſus un tube nouvellement frotté.

EFFETS.

A peine appercevrez-vous quelques légers mouvements aux petites feuilles que vous aurez miſes au fond du vaſe : au lieu qu'elles ſeroient vi-

vement agitées, ſi le vaſe étoit couvert de bois, de carton, de métal, &c.

VIII. Expérience.

Preparation.

Répétez la ſeconde expérience dans un lieu privé de lumiere, & préſentez le bout de votre doigt, ou quelque morceau de métal, à l'aigrette lumineuſe que vous verrez briller au bout de la barre de fer électriſée.

Effets.

Vous pourrez remarquer que les rayons enflammés de l'aigrette *H*, (*fig.* 1) devenant bien moins divergents, qu'ils ne le ſont naturellement, ſe courberont & ſe plieront comme pour embraſſer votre doigt, y trouvant ſans doute une entrée plus libre que dans l'air même de l'atmoſphere.

Reflexions.

Nous nous contentons pour le préſent de rapporter ces trois expé-

XX. LEÇON.

riences, pour prouver notre derniere propoſition ; nous aurons occaſion d'en faire connoître beaucoup d'autres qui concourent à établir avec celles-ci, 1°, que la matiere électrique ne pénetre pas tous les corps indiſtinctement avec la même facilité ; 2°, que les matieres ſulfureuſes, graſſes & réſineuſes, les gommes, la cire, la ſoie, &c, ne la reçoivent & ne la tranſmettent que peu, ou point du tout ; 3°, que la matiere électrique pénetre plus aiſément, & ſe meut avec plus de liberté dans les métaux : dans les corps animés, dans l'eau, &c, que dans l'air de l'atmoſphere, quoique ce dernier fluide ait peu de denſité.

QUATRIEME PROPOSITION.

L'Electricité ne dilate point les corps, & n'augmente point leurs demenſions ou leur volume comme la chaleur.

IX. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Electriſez fortement un thermometre de mercure, dont la boule ſera plongée

plongée dans un petit vaſe de métal plein d'eau, & ſuſpendu avec un fil de fer à la barre de la ſeconde expérience, comme en *I*, (*fig.* 2).

XX. LEÇON.

EFFETS.

Quelque ſenſible que ſoit le thermometre, & quelque forte que ſoit l'Electricité, on ne voit jamais le mercure s'élever de la plus petite quantité dans le tube.

REFLEXION.

Si l'Electricité dilatoit les corps, on s'en appercevroit ſans doute dans le cas dont il s'agit : le tube du thermometre étant capillaire, pour peu qu'il y eût d'augmentation au volume de mercure contenu dans la boule, on verroit un effet ſemblable à celui que produit une augmentation de chaleur. Puiſque cela n'arrive pas, on peut conclure en toute ſûreté ce que j'ai énoncé dans la propoſition.

Je ſais bien que quelques auteurs ont prétendu avoir vu monter la liqueur dans des thermometres électriſés ; mais j'ai tant de fois répété cette épreuve, & j'y ai apporté tant

XX. LEÇON.

de ſoins & de précautions, que j'oſe aſſurer que cet effet, ſi on l'a vu, ne venoit point de l'Electricité, mais de quelque degré de chaleur communiqué par inadvertence au thermometre.

Il pourroit bien ſe faire auſſi que les corps qu'on électriſe en frottant, augmentaſſent un peu de volume; mais c'eſt qu'alors on les échauffe en même-temps qu'on les électriſe; & la vertu électrique, ſans y contribuer, n'empêche pas que la chaleur n'ait ſon effet ordinaire, qui eſt de dilater les corps.

Il me reſte encore bien des choſes à dire ſur les propriétés de la matiere électrique, ſur ſa maniere d'être dans les corps, ſur les mouvements qu'elle affecte, ou dont elle eſt ſuſceptible; mais je me ferai mieux entendre ſur tout cela, quand j'aurai expoſé les phénomenes qui ſont comme la baſe du ſujet que je traite, & que j'aurai inſtruit le Lecteur des procédés, & des circonſtances dont ces effets dépendent; ainſi je réſerve pour la IIIe Section, ce qui me reſte à ajouter ici.

ARTICLE SECOND.

XX. LEÇON.

Sur les moyens d'exciter, ou de faire naître la vertu électrique.

LA MATIERE électrique réſide dans tous les corps, & dans l'air même qui les entoure; mais ſa préſence ſeule ne ſuffit pas pour faire ce qu'on nomme *Electricité*; il faut pour cela qu'elle ſoit excitée d'une certaine façon, & qu'elle reçoive le mouvement qui conſtitue eſſentiellement cette vertu; prendre ces deux choſes indiſtinctement l'une pour l'autre, comme font bien des gens, c'eſt confondre le ſujet avec ſes modifications; c'eſt à peu-près comme ſi l'on prétendoit qu'il y a des ſons par-tout, quand il y de l'air; c'eſt comme ſi l'on diſoit qu'il y a chaleur & lumiere par-tout où ſe trouve l'élément qui eſt capable de produire l'un & l'autre effet.

La matiere électrique ſans mouvement n'eſt point l'Electricité.

C'EST en frottant la ſuperficie des corps qu'on s'eſt apperçu que la plupart d'entr'eux étoient *électriques*, c'eſt-à-dire, qu'ils avoient

Origine du mot Electricité.

XX. LEÇON.

quelque choſe de commun avec l'ambre, eſpece de bitume, que les Grecs nommoient ἤλεκτρον, & les Latins *Electrum*. Si nous avions exprimé cette reſſemblance par le mot François *ambré*, on n'auroit pas manqué de l'entendre de la couleur, ou de l'odeur qui eſt naturelle à l'ambre : ce qu'il falloit déſigner, c'étoit cette propriété qu'on lui connoît depuis long-temps d'attirer les pailles & autres corps légers qui ſont à ſa portée, quand on l'a frotté ſur la main ou ſur quelque étoffe.

Diverſes façons d'exciter la vertu électrique; le frottement eſt la premiere de toutes.

LES Phyſiciens qui ſe ſont appliqués les premiers à la recherche des corps électriques, n'ont employé que le frottement pour faire leurs épreuves : d'autres après eux y ont joint quelques degrés de chaleur préparatoires ; & enfin l'on a eſſayé d'électriſer ſimplement en chauffant.

On a cherché auſſi quelles étoient les matieres les plus propres à frotter efficacement ; cela nous a valu des connoiſſances certaines dont je rendrai compte, & auſſi quelques opinions conteſtées qui méritent qu'on les examine.

Il s'eſt trouvé bien des matieres qui n'ont pu être frottées, faute de conſiſtance ; & d'autres qui pouvant l'être, n'ont jamais montré aucune marque d'Electricité : mais ce que le frottement n'a pu faire ſur celles-ci, on l'a obtenu par un autre moyen qui a prodigieuſement étendu le regne électrique : de toutes les épreuves qui ont été faites, tant de l'une que de l'autre maniere, en différents temps, en différents lieux, & par diverſes perſonnes, il a réſulté ce que je vais expoſer dans les Propoſitions ſuivantes.

XX. Leçon.

PREMIERE PROPOSITION.

De tous les corps qui ont aſſez de conſiſtance pour être frottés, ou dont les parties ne s'amolliſſent point trop par le frottement, il en eſt peu qui ne s'électriſent quand on les frotte.

I. Expérience.

Preparation.

Frottez ſucceſſivement ſur quelque étoffe de laine, ſur du papier gris, ou ſur la main nue, ſi elle eſt

XX. LEÇON.

bien ſeche, tous les corps ſolides que vous ſerez à même d'éprouver; & après avoir frotté chacun d'eux, préſentez-le à quelques pouces de diſtance, au-deſſus d'une aſſiette de métal, ou d'une feuille de fer-blanc couverte d'une légere couche de ſon de farine, ou à pareille diſtance, vis-à-vis d'un fil de ſoie on de lin, ſuſpendu librement dans un air calme: & vous verrez immanquablement ce qui ſuit.

EFFETS.

1°, Preſque tous les corps qui auront été ainſi frottés, attireront à eux le ſon de farine, ou toute autre corps léger qui ſera à portée d'eux.

2°. Tous n'acquerront point par le même frottement, & dans les mêmes circonſtances, un égal degré d'Electricité; car vous obſerverez en réitérant les épreuves, que le verre agit plus fortement, de plus loin, & plus long-temps que le ſoufre & la cire d'Eſpagne; & que ces deux dernieres ſubſtances auront toujours plus de vertu que la cire blanche dont on fait la bougie, plus que la réſine,

la poix, &c; & qu'enfin la plupart des bois, les os des animaux, les pierres opaques en auront ordinairement moins que toutes les autres matieres.

XX. LEÇON.

3°, Aucun métal ne deviendra jamais électrique par le frottement, non plus que les corps animés : je dis les corps animés, & non pas les matieres animales ; car celles-ci, comme les cheveux, les poils, les os, la corne, la ſoie, &c, s'électriſent fort bien quand on les frotte.

SECONDE PROPOSITION.

Un degré de chaleur, qui n'eſt point capable d'amollir les corps, les rend plus propres à s'électriſer par le frottement.

II. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Il y a certains temps dans leſquels on a peine à électriſer les tubes & les globes de verre en les frottant; il y a auſſi certains corps, tels que les os, les bois tendres, les pierres opaques qui donnent à peine quelques

XX. LEÇON.

légers ſignes d'Electricité après le plus rude frottement : paſſez le verre ſeulement deux ou trois fois au-deſſus d'un réchaud plein de charbons bien allumés, & chauffez fortement les autres corps, de ſorte qu'ils commencent à ſe rouſſir.

EFFETS.

Alors tous ces corps s'électriſeront bien plus aiſément, & montreront une vertu plus forte & plus durable, que celle qu'ils ont coutume d'avoir quand on ne les chauffe pas avant de les frotter.

OBSERVATIONS.

Les métaux ne s'électriſent point par le frottement.

IL paroît donc, par les réſultats de la premiere expérience, qu'à l'exception des métaux & des corps vivants, toutes les autres ſubſtances peuvent s'électriſer plus ou moins, quand on les peut frotter : mais il eſt certain que de toutes celles qu'on a éprouvées juſqu'à préſent, il n'en eſt aucune qui ait paru auſſi propre que le verre, à produire les phénomenes électriques ; non-ſeulement parce qu'il poſſede dans un degré éminent

la propriété de s'électriſer, mais encore parce qu'étant ſuſceptible de recevoir toutes ſortes de formes, il nous fournit des inſtruments commodes, & très-convenables aux expériences de ce genre.

Toutes ſortes de verres ne s'électriſent pas également bien.

Ce n'eſt pas cependant que toutes les eſpeces de verres ſoient également électriſables : il y en a qui ne le ſont point du tout, ou qui ne le ſont preſque point ; tel eſt, par exemple, celui dont on fait les glaces à Saint-Gobin en Picardie ; je l'ai mis cent fois à l'épreuve, en forme plate, en forme de tube, en forme de globe, & dans toutes ſortes de temps ; à peine en ai-je pu tirer quelques ſignes un peu ſenſibles d'Electricité.

Le verre dont on fait les vitres, celui qui ſert à la gobleterie, lorſqu'il eſt nouvellement fabriqué, a beaucoup de peine auſſi à s'électriſer ; j'ai ſouvent frotté, avec beaucoup d'obſtination & ſans ſuccès, des tubes, & d'autres pieces dans la Verrerie même où je les avois fait faire ; ce n'a été qu'après pluſieurs mois, & quelquefois après des an-

XX. LEÇON.

nées entieres, que j'en ai pu tirer parti.

A force d'être frottés, certains verres deviennent plus électriſables.

Il eſt sûr, & je l'ai obſervé conſtamment, que le verre, à force d'être frotté, en devient plus propre aux expériences électriques; des matras & des globes de nos petites Verreries, qui ne m'avoient montré d'abord qu'une Electricité très-foible, après avoir été exercés pendant quelques mois, ſont devenus enfin de très-bons inſtruments.

L'électriſabilité du verre ne tient ni à la couleur, ni à la tranſparence, ni à la figure.

Ce n'eſt ni à la tranſparence plus ou moins parfaite, ni à la couleur du verre, qu'on doit s'en prendre pour rendre raiſon de ces variétés, puiſque le même verre acquiert, par ſucceſſion de temps, la vertu électrique qu'il n'avoit pas d'abord; celui dont on fait des bouteilles à Seves, m'a très-bien ſervi, tandis que des globes de verre blanc ne ſont devenus paſſablement bons qu'après avoir été exercés & mis à l'épreuve pendant un certain temps.

Mais plutôt au degré de dureté & de cuiſſon.

Je ne puis dire poſitivement à quoi il tient que certain verre ſoit ou ne ſoit point électriſable par frottement; mais je ſoupçonne que cela vient

principalement de ſon degré de dureté & de cuiſſon ; ce qui me porte à penſer ainſi, c'eſt que celui de nos Manufactures de Saint-Gobin & de Cherbourg, le plus dur, le plus compact, & le plus cuit de tous nos verres de France, eſt, en même temps, celui qu'on a le plus de peine à électriſer, tandis que le cryſtal d'Angleterre, celui de Bohême, &c. qui ſont bien plus tendres, ſont les meilleurs de tous pour les expériences d'Electricité. Il y a plus ; je me ſuis procuré des verres imparfaits, qui n'avoient point été aſſez long-temps au four pour être fins ; &, quoiqu'ils fuſſent de la même compoſition que les glaces, ils ſe ſont électriſés très-ſenſiblement.

Grandeur, figure, épaiſſeur du verre.

L'EXPÉRIENCE n'a rien déterminé juſqu'ici avec préciſion ſur la grandeur ni des tubes ni des globes ; mais ſi les premiers ont deux pieds & demi ou trois pieds de longueur, un pouce ou 15 lignes de diametre, & qu'ils ſoient d'une groſſeur à-peu-près égale d'un bout à l'autre, ils pourront être frottés plus commodément, & s'électriſer avec moins de fatigue :

XX. LEÇON.

un globe qui aura 10 à 12 pouces de diametre, & qui fera environ 4 tours par ſeconde, recevra un frottement convenable ; & il ne faut pas croire que s'il étoit de moitié ou d'un quart plus petit ou plus grand, ſes effets duſſent diminuer ou augmenter dans la proportion de ces différences de grandeur.

Quand le globe eſt vraiment une ſphere creuſe de verre, de toute la zone qu'on frotte, il n'y a que la partie la plus prochaine de l'équateur qui puiſſe approcher aſſez du conducteur, s'il eſt droit ; les autres s'en trouvent trop éloignées, à cauſe de la courbure du vaiſſeau ; c'eſt pourquoi bien des gens, ſur-tout en Italie, en Allemagne, & même en Angleterre, préferent, à la figure ſphérique, celle d'une groſſe olive, ou d'un cylindre terminé par deux goulots ; mais comme ces dernieres formes exigent plus d'adreſſe & de ſoin de la part des ouvriers qui ſoufflent le verre, on peut s'en tenir à la premiere, en garniſſant, ſi l'on veut, le bout du conducteur avec quelque frange traînante qui

s'accommode à la figure de verre.

XX. LEÇON.

Quand l'une des ſurfaces d'un vaiſſeau ou d'une lame de verre vient d'être frottée, celle qui ne l'a point été, ſe trouve électriſée comme elle, & produit les mêmes effets, pourvu néanmoins que toutes deux répondent à des milieux de même nature, & qui ſoient compatibles avec la vertu électrique ; car ſi l'une, par exemple, ſe trouve dans l'air libre, & l'autre dans le vuide, il n'y a que celle-ci qui produiſe ordinairement des ſignes d'Electricité : ces deux faits qui ſont très-dignes d'être obſervés, ſeront amplement prouvés par la ſuite.

Le verre qui n'a qu'un médiocre épaiſſeur (je crois qu'il en eſt de même de toutes les autres ſubſtances électriſables par frottement) eſt plus prompt à s'électriſer que celui qui en a une plus grande : quand un globe ou un tube eſt épais d'une ligne, il a aſſez de conſiſtance pour réſiſter aux efforts qu'on fait ſur lui en le frottant ; & ſon Electricité s'excite aiſément.

Quant à la maniere de frotter, j'ai

XX. LEÇON.

Maniere de frotter le

cherché long-temps & avec ſoin, quelle étoit la meilleure; il m'a paru que le frottement ſoutenu ou réitéré dans le même ſens, réuſſiſſoit mieux que quand il ſe faiſoit alternativement en ſens contraire. Ainſi je préfere l'action d'un rouet qui fait tourner le globe uniformément, & qui mene toujours les parties du verre le plus nouvellement frottées vers le conducteur par la voie la plus courte, à celle d'un archet qui le feroit aller alternativement dans un ſens & dans l'autre: &, quand je frotte un tube ou un bâton de cire d'Eſpagne, je ne le ſerre avec la main, que dans l'un des deux mouvements qu'elle fait en parcourant ſa longueur.

Le frottement le plus rude n'eſt pas toujours celui qui a le meilleur ſuccès; j'ai remarqué au contraire que, dans les temps favorables à la vertu électrique, il valoit mieux frotter légérement, que d'appuyer bien fort; & quand il ne fait pas un temps bien propre à ces expériences, ou que l'inſtrument eſt fait d'un verre difficile à électriſer, c'eſt par la durée du frottement,

plutôt que par ſa violence, qu'on peut eſpérer de réuſſir.

Des frottements égaux ne ſuffiſent pas pour électriſer également différents corps.

SI quelqu'un dans la vue de ſe procurer deux Électricités égales, entreprenoit de faire éprouver des frottements égaux à deux globes de différentes matieres, il en viendroit à bout, en les faiſant tourner avec la même vîteſſe, en leur appliquant des frottoirs de la même nature, des mêmes dimenſions, appliqués avec des degrés de preſſion ſemblables entr'eux : tout cela ſe peut faire aiſément; mais je lui donne avis que ces parités, obſervées le plus ſcrupuleuſement dans les moyens, ne le conduiront pas au but qu'il ſe propoſe; parce que tel frottement qui conviendra pour bien électriſer le verre, ne produira pas toujours le même effet ſur la cire d'Eſpagne, ſur le ſoufre, ou ſur toute autre ſubſtance.

Choix des matieres qui doivent être employées à frotter les corps électriques.

LES Phyſiciens qui ſe ſont appliqués aux expériences d'Électricité, ne ſont pas bien d'accord entr'eux ſur la matiere qu'on doit employer de préférence pour frotter le verre & les autres corps électriſables. Les

XX. LEÇON.

uns recommandent de frotter avec la main nue ; les autres veulent qu'entre la main & le corps que l'on frotte, il y ait une feuille de papier gris, ou une étoffe de laine, un morceau de peau de chamois ſaupoudrée de blanc d'Eſpagne ou de Tripoli; pluſieurs font tourner leurs globes, contre des couſſinets de peau de buffle remplis de crin ou de quelqu'autre matiere animale : d'autres font les leurs avec pluſieurs feuilles de papier doré ou argenté, appliquées les unes ſur les autres ; ou avec des étoffes, dans le tiſſu deſquelles il ſoit entré de l'or, de l'argent, ou quelqu'autre métal.

Il eſt certain que tous les frottoirs ne ſont pas également bons, & qu'il y a un choix à faire, ſur lequel la ſeconde & la troiſieme ſection nous fourniront des lumieres : je dirai ſeulement ici comme par anticipation, que les matieres animales & les métaux méritent la préférence, & que rien ne m'a jamais paru auſſi propre à cet uſage que la main nue, lorſqu'elle n'eſt point humide par tranſpiration ou autrement. J'ai

remarqué cependant que tout le monde n'a point la main également propre à électriſer le verre ; & c'eſt ſans doute ce qui a porté quelques Auteurs à ſoutenir, avec une ſorte d'opiniâtreté, qu'on devoit toujours donner la préférence aux couſſinets : je la leur donnerois moi-même en certains cas ; lorſqu'on a lieu de craindre, par exemple, que le globe n'éclate par une Électricité trop violente jointe à la force centrifuge que la rotation fait prendre aux parties frottées ; accident dont on a vu pluſieurs exemples, & dont j'ai eu ſoin d'avertir (a) ; mais ce ne ſera jamais dans la vue de produire le plus grand effet poſſible : quand je me ſuis ſervi de ma main nue, j'ai toujours frotté avec plus de ſuccès, que je n'ai pû le faire avec des couſſinets de quelque eſpece qu'ils fuſſent.

Diſtinction à faire entre les animaux, & les matieres animales.

QUAND il eſt queſtion de matieres électriſables par frottement, il faut bien ſe garder de confondre les corps vivants, les animaux proprement dits, avec ce qu'on appelle commu-

(a) Mémoires de l'Académie des Sciences 1753, pag. 444 ; & 1755, pag. 311.

XX. LEÇON.

nément *matiere animale*, comme la ſoie, les cheveux, le poil, les ongles, la corne, les os, &c. Toutes ces ſubſtances donnent des ſignes d'Électricité, quand on les frotte; mais l'animal même n'en donne point. Perſonne n'ignore à préſent qu'on fait étinceller un chat dans l'obſcurité, en lui paſſant deux ou trois fois la main ſur le dos: s'il étoit raſé, cela n'arriveroit plus. Le ſoir, & ſur-tout en hyver, il n'y a preſque perſonne qui ne puiſſe faire étinceller ſon linge, en ſe déshabillant dans l'obſcurité, ou en tirant ſes bas bruſquement; M. Symmer, Auteur Anglois, nous a donné ſur cela des diſſertations & des expériences tout-à-fait curieuſes, que j'ai répétées avec plaiſir, & qui m'ont conduit à quelques découvertes aſſez intéreſſantes (a).

Eſprits ſolets & autres feux de la même nature.

C'EST à de pareils feux qu'il faut s'en prendre pour rendre raiſon de ces prétendus *Eſprits folets* qui s'affectionnent, dit-on, pour certains chevaux, & qu'on voit quelquefois

(a) Mémoires de l'Académie des Sciences 1758, pag. 244 & ſuiv.

briller ſur leur poil. Dans un temps ſec & frais, l'étrille du Palfrenier & le morceau de ſerge qui la ſuit en frottant, électriſent le poil de l'animal, & le font luire ou étinceller d'un maniere très-propre à effrayer un homme ſimple qui n'a jamais entendu parler d'Électricité.

XX. Leçon.

Si les Anciens euſſent été au fait de cette vertu naturelle, comme le prétendent aujourd'hui quelques Erudits, qui ne veulent rien devoir à leurs contemporains, Virgile n'auroit pas dû célébrer, comme un prodige, cette lumiere dont on vit briller la chevelure du fils de ſon Héros [a]; car maintenant le plus mince Electriſeur eſt en état de produire un pareil miracle.

Tous ces feux ſont certainement des ſignes d'Électricité bien reconnus & bien avoués : il pâroit même que la chaleur animale y a quelque part; mais on ne peut pas dire qu'ils dépendent eſſentiellement d'elle; car on obtient de pareils effets en fai-

(a) *Ecce levis ſummo de vertice viſus Juli*
Fundere lumen apex tactuque innoxia molli
Lambere flamma comas & circum tempora paſci.
Virg. Æneidos. Lib 6

XX. LEÇON.

ſant chauffer un drap, ou un ſerviette de linge uni devant le feu; & en la ſecouant enſuite avec la main, ou autrement, dans un lieu privé de lumiere: tous les corps qu'on fait étinceller de cette maniere, deviennent en même temps électriques à d'autres égards; ils attirent & repouſſent comme du verre ou de la ſoie qu'on a frotté.

Chauffer les corps qu'on veut électriſer par frottement.

CHAUFFER les corps avant que de les frottter, eſt une préparation par laquelle on parvient d'ordinaire à les électriſer plus promptement ou plus fortement; mais il faut que la chaleur qu'on leur fait prendre, ne puiſſe que les ſécher (a), & non pas

(*a*) Preſque tous les corps électriſables, qui ont beſoin d'être chauffés avant qu'on les frotte, doivent être expoſés à une chaleur ſeche; cependant on peut citer aujourd'ui, comme une exception de cette regle, l'exemple de la *Tourmaline* qui s'électriſe par la chaleur de l'eau bouillante: c'eſt une petite pierre très-dure, brune, liſſe & luiſante, qui ſe trouve dans l'Iſle de Ceylan, & qui eſt aſſez rare. Le Lecteur qui voudra s'inſtruire plus particuliérement des prop iétés de cette pierre, pourra couſulter *l'Hiſtoire de l'Académie des Sciences* 1717, *pag.* 7 *& ſuiv.* une *Lettre du Duc de Noya Caraffa*, imprimée in-4°. à Paris en 1759, deux

les amollir. Le ſoufre, la cire d'Eſpagne, les réſines, la cire des abeilles, &c, ne peuvent ſe chauffer que très-peu ou point du tout; le verre, l'ambre, le jayet & les pierres précieuſes, &c, peuvent éprouver une plus grande chaleur, & devenir par-là plus électriſables.

XX. LEÇON.

J'ai remarqué que la chaleur produite par le frottement ne ſupplée pas à l'action du feu; au contraire, quand le verre s'échauffe, conſidérablement ſous la main qui le frotte, c'eſt un mauvais ſigne; en tel cas, on n'a preſque jamais qu'une Électricité foible & languiſſante: je penſe que ſi le frottement pouvoit ſe faire ſans produire de chaleur, l'électriſation n'en iroit que mieux; car la vertu électrique n'eſt jamais plus forte que quand un léger frottement ſuffit pour l'exciter. C'eſt apparemment par cette raiſon qu'on électriſe mieux par un temps frais, que dans une ſaiſon chaude.

En conſéquence de cette penſée,

Diſſertations Latines, l'une de M. Æpinus, l'autre de M. Wilke dans les Mémoires de l'Académie de Berlin pour l'année 1757, &c.

XIX. LEÇON.

jai eſſayé d'électriſer mes globes pendant un fort hyver, & dans un lieu où le froid étoit de 9 degrés plus grand que le terme de la congélation de l'eau; ma main, qui frottoit le verre étoit exceſſivement froide; & tant que cet état a duré, je n'ai obtenu qu'une foible électricité; mais les ſignes de cette vertu ſont devenus conſidérablement plus forts, lorſque ma main & le verre eurent été chauffés par le moyen d'un réchaud plein de charbons allumés; d'où je conclus que, pour bien électriſer par frottement, il faut que le frottoir & le corps frotté ne ſoient ni trop chauds ni trop froids.

La maſſe du frottoir, plus ou moins grande, n'eſt point une choſe Indifférente.

LE frottoir étant d'une matiere convenable, doit encore faire partie d'une grande maſſe; un couſſinet, qui ne communiqueroit pas à d'autres corps ſemblables à lui, c'eſt-à-dire, difficiles à électriſer par frottement, ne produiroit pas de grands effets par lui-même; c'eſt en partie pour cela que la main d'un homme eſt ordinairement un excellent frottoir, parce qu'elle tient à une grande maſſe de nature ſemblable à la ſienne; &

par la même raiſon elle fait encore mieux, ſi la perſonne qui frotte eſt placée immédiatement ſur le parquet de la chambre.

Quoique les frottoirs ſe faſſent toujours avec quelques matiere ſolide, & aſſez flexible pour s'appliquer plus exactement au corps électriſable; cependant on peut exciter la vertu électrique, par le frotement d'un liquide: le mercure, par exemple, électriſe le verre en gliſſant ou en coulant ſur l'une de ſes ſurfaces: ſes balancements réitérés dans le tube d'un barometre rempli au feu, non-ſeulement ſont ſuivis d'une lueur électrique, mais ils produiſent au dehors des mouvements d'attraction & de répulſion.

TROISIEME PROPOSITION.

Les corps qui ne peuvent point s'électriſer par le frottement, ou qui ne s'électriſent que foiblement par cette voie, peuvent recevoir la vertu électrique par communication.

Pour communiquer la vertu électrique à uncorps ſolide ou fluide, il

XX. LEÇON.

faut, 1°, le placer à une très-petite diſtance de celui qu'on a électriſé par frottement. Il faut, 2°, (ceci eſt eſſentiel) que le même corps ſoit ſéparé de tous ceux qui pourroient, comme lui, s'électriſer par communication; ſans cette précaution, l'expérience fait voir qu'il ne paroît autour de lui aucun des ſignes ordinaires d'électricité, apparemment parce que tout ce qu'il reçoit paſſe auſſi-tôt dans les corps contigus, & s'y diſſipe.

Mais comme un corps, tel qu'il ſoit, ne peut ſe ſoutenir en l'air de lui-même, ſéparé de tous les autres, on ſuſpend ou l'on ſoutient celui qui doit s'électriſer par communication, avec des appuis, ou avec des ſuſpenſoirs de verre, de ſoufre, de réſine, de ſoie, &c, qui ne ſont électriſables que par frottement; (a) & c'eſt ce qu'on nomme *iſoler*.

(*a*) On ne peut pas dire abſolument que le verre ne s'électriſe point par communication; mais il s'électriſe aſſez difficilement par cette voie; & quand il eſt ainſi électriſé, il n'en eſt pas moins propre à iſoler les corps : on peut dire la même choſe de toutes les matieres vitrifiées.

III,

III. EXPÉRIENCE.

XX. LEÇON.

PREPARATION.

Ayant préparé un conducteur, comme dans la ſeconde expérience du premier article, ſuſpendez à ſon extrêmité la plus reculée du globe une eſpece de cage formée de trois tablettes de fer blanc, aſſemblées entre quatre montants à ſept ou huit pouces de diſtance l'une de l'autre : *fig.* 4.

Placez ſur ces tablettes des corps de toutes eſpeces ; de la viande crue, un oiſeau vivant, un œuf, une pomme, du pain, des morceaux de bois, des plantes, des fleurs, des morceaux de ſoufre, un bâton de cire d'Eſpagne, un vaſe de verre bien ſec & bien net ; dans des poëlettes à ſaigner de l'eau, de l'huile d'olives ; & dans un petit vaiſſeau de bois, du mercure.

Dès qu'on aura commencé à frotter le globe de verre, auquel répond le conducteur, examinez, les uns après les autres, tous les corps que vous aurez placés ſur les tablettes, & vous obſerverez ce qui ſuit.

XX. LEÇON.

Effets.

Vous verrez, 1°, que, de tous ces corps expoſés en même temps à l'action du globe, il y en aura qui deviendront très-électriques, & qui en donneront des marques très-ſenſibles; tels ſeront, l'eau, le métal, l'animal mort ou vif, le mercure, la pomme, l'œuf & les plantes vertes : 2°, Vous remarquerez que le bois ſec, le pain & les végétaux qui auront peu d'humide, n'acquerront point une électricité à beaucoup près ſi marquée : 3°, Vous reconnoîtrez que le verre, le ſoufre, la cire d'Eſpagne & l'huile n'en auront point du tout, ou qu'ils n'en auront que très-peu.

De cette expérience & des réſultats de la 2ᵉ. de la 4ᵉ. & de la 5ᵉ. du 1ʳ. article, qu'il faut ſe rappeller ici, vous pouvez tirer cette conſéquence qui eſt paſſée en principe parmi les Phyſiciens qui ont le plus étudié les phénomenes électriques, ſavoir, que *plus un corps eſt électriſable par frottement, moins il eſt ſuſceptible de s'électriſer par communication*; & réciproquement, que *les matieres qui s'électri-*

ſent le mieux par cette derniere voie, ſont les moins propres à devenir électriques par la premiere.

XX. LEÇON.

APPLICATIONS.

Conducteurs; de quelles matieres il convient de les faire.

Les premiers conducteurs ont été faits avec des cordes; & l'on a obſervé que celles qui étoient mouillées, valoient mieux pour cet uſage, qu'étant ſeches: c'eſt parce que l'eau, qu'on ne peut électriſer par frottement, s'électriſe, on ne peut pas mieux, par communication, & qu'elle porte avec elle cette propriété dans tous les corps où elle ſe trouve : on doit s'attendre auſſi qu'une perche de bois verd s'électriſera mieux que quand elle aura perdu ſa ſeve, & qu'un cordon de ſoie ou de crin ne pourra tranſmettre l'électricité, comme conducteur, qu'autant qu'il ſera humide.

On voit encore par-là pourquoi tous ceux qui ſe ſont appliqués aux expériences d'électricité, ſe ſont accordés à faire leurs conducteurs avec des chaînes, avec des fils ou avec des verges de métal, avec des tuyaux de fer blanc ou de carton doré ; & pourquoi ils ont toujours préféré les

XX. LEÇON.

vaſes de métal à ceux de verre ou de porcelaine, pour contenir les liqueurs qu'ils vouloient rendre électriques, en électriſant les vaſes. Car c'eſt une choſe univerſellement reconnue de tous les Phyſiciens électriſants, que le métal, tel qu'il ſoit, ne s'électriſe jamais par frottement; d'où il ſuit qu'il eſt très-propre à recevoir l'électricité d'un autre corps, & à la tranſmetre : il en eſt de même des animaux.

De quelle grandeur.

La diſtance à laquelle l'électricité peut s'étendre par le moyen des conducteurs, n'eſt point déterminée; il n'eſt pas même facile de le faire, parce que cela dépend du concours de pluſieurs circonſtances, qu'on ne réunit pas toujours quand on le veut, & peut-être de pluſieurs autres encore que nous ignorons; mais ſi quelqu'un entreprend jamais de réſoudre cette queſtion, il ne faut pas qu'il confonde, comme quelques Auteurs ont fait, ce phénomene particulier, qu'on nomme *l'Expérience de Leyde* ou de la *Commotion*, & dont je parlerai dans la ſuite, avec l'électricité commune & proprement dite,

qui ſe manifeſte autour des conducteurs par des mouvements d'attraction & de répulſion, par des aigrettes lumineuſes; qui dure un certain temps après qu'elle a été excitée ou communiquée; & qui ne ſubſiſte que dans les corps iſolés. Tous les effets de celle-ci annoncent viſiblement que la matiere électrique eſt animée d'un mouvement progreſſif qui la tranſporte réellement; au lieu que le cas ſingulier de la commotion ne paroît être qu'un choc ou une percuſſion inſtantanée, que les parties contiguës de cette même matiere ſe communiquent les unes aux autres ſans ſe déplacer: le ſon & le vent ſont des mouvements de l'air: ſeroit-il permis à un Phyſicien de prendre indifféremment l'un pour l'autre, s'il s'agiſſoit de meſurer leur vîteſſe ou leur étendue?

Or cette électricité, qui ne ſe tranſmet que par des conducteurs iſolés, & qui ſe manifeſte par les ſignes extérieurs dont je viens de faire mention; cette vertu, dis-je, a été portée à plus de 1200 pieds par un cordeau tendu en plein air, & ſoutenu de

XX. LEÇON.

diſtance en diſtance ſur des cordonnets de ſoie ; je penſe qu'il eſt très-poſſible de la faire aller deux ou trois fois plus loin, & même davantage ſi la corde eſt mouillée, ou bien ſi l'on emploie en ſa place un fil ou une chaîne de métal.

De quelle longueur, & dans quelle direction.

La vertu électrique ſuit le conducteur, non-ſeulement en ligne droite, mais encore dans toutes les différentes directions qu'il prend, ſans qu'on s'apperçoive d'aucun déchet ; cela eſt commode, en ce que par des retours multipliés, on peut renfermer un très-long conducteur dans un eſpace médiocre ; & de plus, on peut par le même moyen rapprocher les deux extrémités l'une de l'autre, pour mettre l'obſervateur à portée de juger par lui-même des effets qu'il produit par l'action du globe.

Cerf volant électrique.

En certain temps de l'année, ſurtout lorſqu'il y a des nuages orageux, il regne dans l'air une électricité qui ſe communique à tous les corps iſolés qui ſont de la nature des conducteurs ; mais cette vertu eſt ordinairement plus forte à une certaine diſtance de la terre : on a imaginé d'aller au

devant d'elle avec un cerf-volant, & de la faire deſcendre par la corde avec laquelle on gouverne l'inſtrument. L'ingénieux Auteur de cette invention (a), agiſſant par principes, fila la corde avec un fil de laiton, & par ce moyen il ſe procura des feux électriques, tels qu'on n'en avoit jamais vus, & qui doivent rendre circonſpects tous ceux qui ſeroient tentés de ſe livrer à de pareilles épreuves.

De quelle maſſe.

On a cherché à ſavoir ſi l'électricité ſe communique à deux corps de même nature, en raiſon de leurs maſſes: pluſieurs Phyſiciens ont fait des expériences relatives à cette queſtion; j'en ai fait auſſi; & tout bien conſidéré, il me paroît, 1°, que la communication de la vertu électrique ne ſuit ni la proportion des ſurfaces ni celle des maſſes: 2°, qu'un corps mince, toutes choſes égales d'ailleurs, reçoit plus promptement & plus facilement qu'un plus

(a) M. de Romas, Lieutenant aſſeſſeur au Préſidial de Nérac. *Voyez* les Mémoires de Mathématique & de Phyſique préſentés à l'Académie par les Savants Etrangers, *Tome II*, *page* 393.

XX. LEÇON.

épais, toute l'électricité dont il eſt capable : 3°, qu'un corps qui a beaucoup de maſſes à ſurfaces égales, s'électriſe plus fortement que celui qui en a moins, pourvu que la ſource d'où il tire ſa vertu, puiſſe y fournir. (a).

De quelle forme,

De quelque forme que ſoient les maſſes, elles reçoivent la vertu électrique : Je l'ai communiquée au plus haut degré à des enclumes & à des barres de fer de 10 pieds de longueur, péſant 150 liv. Je conviens cependant avec le P. Gordon & avec M. le Monnier, qu'un conducteur un peu long fait ordinairement mieux qu'une égale quantité de matiere qui ſeroit ramaſſée & comme arrondie.

D'une ſeule piece, ou de pluſieurs miſes bout à bout.

Il n'eſt point abſolument néceſſaire que le conducteur ſoit d'une ſeule piece ; pluſieurs verges de fer miſes bout à bout les unes des autres, une file de Soldats iſolés qui ſe donneroient les mains, conduiroient l'Electricité comme une corde ou un fil

(a) *Voyez* mes Recherches ſur les Cauſes particulieres des Phénomenes Electriques, *quatrieme Diſcours*, & les Ouvrages qui y ſont cités.

de fer d'un ſeul bout. On peut même interrompre la continuité des parties, par des intervalles de ſix pouces, d'un pied, & quelquefois encore plus grands, ſans que l'Electricité ceſſe de ſe porter d'une extrémité à l'autre du conducteur. M. Dufay, a fait plus; il a placé entre ces parties ſéparées, différents corps tant ſolides que fluides, il y a mis de la flamme; & la vertu électrique s'eſt communiquée au travers.

Cette derniere épreuve ſemble favoriſer l'opinion de MM. Waitz & Jallabert, qui prétendent que la flamme ne détruit point l'Electricité, qu'elle peut même lui ſervir de véhicule, & faire l'office de conducteur. M. Dutour & moi, avons fait des expériences dont les réſultats ne me ramenent point au ſentiment de ces deux Auteurs. Je prie le Lecteur qui s'intéreſſera à cette queſtion, d'examiner les raiſons de part & d'autre. (a).

Iſolement des Conducteurs.

On ne peut prendre trop de précaution pour bien iſoler les corps

(a) *Recherches* ſur les cauſes particulieres des Phénomenes Electriques, *troiſieme Diſcours, pag.* 198, *& ſuiv.*

XX. LEÇON.

qu'on veut électriſer, parce que la moindre communication avec le plancher, avec les meubles de la chambre ou avec les perſonnes qui aſſiſtent aux expériences, eſt capable de faire diſparoître les effets de la vertu électrique ; cependant je dois dire ici, qu'en certains cas, (qui ſont rares à la vérité,) l'Electricité a tant d'énergie, qu'on l'a vu ſubſiſter dans des conducteurs qui n'étoient pas iſolés de tout point.

De quelle matiere on doit faire les ſupports pour iſoler.

La ſoie, le ſoufre, les réſines, la cire d'Eſpagne & celle des abeilles, ſont les matieres dont on fait ordinairement les ſupports de conducteurs ; on y peut joindre le bois bien ſéché au four, & frit enſuite dans l'huile bouillante ; j'en ai fait des ſellettes qui me réuſſiſſent aſſez bien, & dont je rends grace au P. Ammerſin, Minime, Auteur de cette invention.

Quand les corps ne ſont pas trop peſants, on les électriſe ſur des ſupports de verre, hauts, pour le moins, de huit à dix pouces : on feroit mieux de les placer ſur un ſimple carreau de vitre, qui ſeroit poſé lui-même ſur quelque matiere électriſable par

communication : c'eſt M. Dutour qui a fait le premier cette réflexion, & qui l'a juſtifiée par de bonnes expériences ([a]). Celle de Leyde devoit nous éclairer ſur cela : l'eau que contient la bouteille ne s'électriſe jamais auſſi bien que quand cette bouteille eſt mince, & qu'elle eſt placée ſur un ſupport de matiere électriſable par communication, & qui n'eſt point iſolé.

Comme on eſt dans l'uſage de faire fondre les matieres énoncées ci-deſſus, pour les couler dans des moules & en faire des gâteaux, je dois avertir qu'il faut attendre qu'ils ſoient bien refroidis, & bien repoſés, avant que de s'en ſervir ; j'ai remarqué aſſez conſtamment, que quand ils ſont nouvellement faits, ils ne ſont pas auſſi propres à iſoler les corps, qu'ils ont coutume de l'être au bout de quelques mois.

(a) *Mémoires* de Mathématique & de Phyſique, préſentés à l'Académie par des Savants Etrangers *Tome II*, *pag.* 516.

XX. LEÇON.

ARTICLE TROISIEME.

Des Signes par leſquels la vertu électrique ſe manifeſte.

Signes ordinaires de la vertu électrique.

ATTIRER & repouſſer des corps légers qui ſont à une diſtance convenable ; faire ſentir ſur la peau une impreſſion ſemblable à peu-près à celle du coton bien cardé, ou d'une toile d'araignée, qu'on rencontreroit flotante en l'air ; répandre une odeur qu'on peut comparer à celle du phoſphore d'urine ou de l'ail ; lancer des aigrettes d'une matiere enflammée ; étinceller avec éclat ; picquer très-ſenſiblement le doigt ou toute autre partie du corps qu'on préſente de près ; mettre le feu aux liqueurs ou aux vapeurs ſpiritueuſes ; enfin communiquer à d'autres corps la faculté de produire ces mêmes effets pendant un certain temps , voilà les ſignes les plus ordinaires, d'après leſquels on a coutume de juger ſi un corps eſt actuellement électrique ; & ſa vertu paſſe pour être d'autant plus forte, que chacun de ces phénomenes ſe manifeſte davantage, ou qu'il a plus

de durée. Tout cela eſt ſuffiſamment prouvé par toutes les expériences du premier & du ſecond article.

XX. LEÇON.

En appuyant ſon jugement ſur toutes ces preuves enſemble, on ne riſquera pas de ſe tromper, pourvu que l'on conſidere l'Electricité, comme l'action d'une matiere à qui l'on fait prendre certain mouvement, non ſeulement dans le corps que l'on frotte, ou ſur lequel on fait agir les inſtruments d'Electricité, mais encore dans ceux qui l'environnent ou qui le touchent. Car ces effets extérieurs étant toujours l'action de la matiere électrique, on ne riſquera rien de conclure que cette vertu eſt plus ou moins forte, quand on verra augmenter ou diminuer cette action même dans laquelle on la fait conſiſter.

Equivoques dans bien des cas.

MAIS ſi l'on regarde le corps frotté ou le conducteur iſolé, comme l'unique agent des effets extérieurs, en vertu d'un certain état qu'on lui a fait prendre, & d'une matiere qu'il anime, ou qu'il tranſmet; & ſi, pour décider du degré de vertu qui appartient à ce corps, on ſe permet de

XX. LEÇON.

conſulter, à ſon choix, quelqu'un des ſignes dont j'ai fait mention, en excluant les autres, je vois qu'il y aura bien des cas où l'on pourra porter un faux jugement; car je crois avoir bien prouvé, il y a plus de quinze ans ([a]), que tous ces phénomenes que l'on prend communément comme les marques d'une Electricité plus ou moins forte, peuvent s'augmenter ou s'affoiblir, quoique le globe & le conducteur iſolé perſéverent toujours dans le même état, ou du moins ſans qu'on ait des raiſons ſuffiſantes pour croire qu'ils en aient changé : j'ai fait plus, j'ai prouvé la propoſition ſuivante.

(*a*) *Mémoires* de l'Académie des Sciences 1747, *pag.* 103 *& ſuiv. Recherches* ſur les Cauſes particulieres des Phénomenes électriques, *deuxieme Diſcours.*

XX. Leçon.

PROPOSITION.

Un corps que l'on n'a nullement intention d'électriſer, & que l'on regarde communément comme ne l'étant pas, fait quelquefois d'une maniere très-marquée, tout ce qui annonce une forte Electricité, attractions, répulſions, attouchement d'émanations inviſibles, aigrettes lumineuſes, étincelles, picqures, inflammations, &c.

Je vais rapporter ici quelques-unes des expériences qui m'ont ſervi à prouver cette eſpece de paradoxe.

I. Expérience.

Preparation.

Si l'on électriſe un grand plat rempli d'eau, dans lequel on ait mis flotter de petites boules de liege ou de verre ſoufflé ;

Effets.

Tous ces petits corps électriſés par communication, ſont attirés ſenſiblement par tout ce qui n'eſt point électrique, comme on ſait qu'ils le ſeroient par un corps électriſé, s'ils ne l'étoient pas eux-mêmes.

XX. LEÇON.

II. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Laiſſez tomber ſur un tube électriſé, une petite feuille de métal; attendez un inſtant que la répulſion électrique l'en ait ſéparée, & entretenez-la flottante en l'air, en tenant le tube au-deſſous d'elle.

EFFETS.

Si vous préſentez le bout de votre doigt à ce petit corps ainſi ſuſpendu en l'air, vous pourrez remarquer que non-ſeulement il ſe jette avec précipitation ſur le doigt non électrique qu'on lui préſente, mais auſſi qu'il réjaillit immédiatement après de la même maniere, (quoique moins fortement), qu'il eſt repouſſé par le tube qui l'a électriſé : ce dernier effet eſt plus ſenſible, ſi au lieu de votre doigt, vous préſentez à la petite feuille un écu ou quelqu'autre morceau de métal au bout d'un bâton de cire d'Eſpagne.

III. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Que l'on ſuſpende avec un fil de ſoie,

ſoie, une groſſe aiguille à coudre, entre deux timbres de métal, dont l'un ſoit électriſé par communication & l'autre non iſolé.

XX. LEÇON.

Effets.

On verra l'aiguille aller perpétuellement de l'un à l'autre timbre, comme ſi elle étoit également attirée & repouſſée par les deux ; de ſorte que ſi l'on ne le ſait pas d'ailleurs, on aura peine à deviner par la ſeule inſpection, lequel des deux reçoit l'Electricité du globe.

Reflexions.

Ces expériences & une infinité d'autres que je ne puis rapporter ici, prouvent donc qu'un corps, ſans être directement électriſé, peut attirer & repouſſer les corps légers qu'on lui préſente ; & que ces mouvements alternatifs, qui ſont de véritables ſignes d'Electricité, peuvent ſe montrer d'une maniere équivoque, & ne nous pas déſigner à coup sûr le corps à qui la vertu électrique eſt communiquée immédiatement. On me dira

XX. LEÇON.

peut-être, que la prétendue attraction du timbre non iſolé ſur l'aiguille, celle du doigt ſur les boules flotantes, ou ſur la petite feuille de métal ſuſpendue en l'air, ne ſont que des apparences trompeuſes, & que la vertu qui produit ces mouvements, réſide en réalité dans le petit corps qui ſe porte vers le doigt ou vers le timbre non électrique : ſemblable en cela à un petit aimant ſuſpendu au bout d'un fil, lequel ſe précipite ſur une enclume, parce que cette grande maſſe de fer ne peut venir à lui.

Hé bien quand cela ſeroit; quand je devrois conſidérer & le Magnétiſme & l'Electricité comme deux vertus uniquement réſidentes dans les ſujets qu'elles qualifient, c'eſt-à-dire, la premiere dans la pierre d'aimant & dans le fer aimanté, & la ſeconde dans le corps frotté ou dans le conducteur iſolé ſur lequel on fait agir le globe ; tout ce qui pourroit réſulter de cette conſidération, qui ne convient gueres à la Phyſique d'aujourd'hui, c'eſt que les attractions & les répulſions, tant magnétiques qu'électriques, peuvent

nous tromper dans bien des occaſions où il s'agit de décider entre deux corps, lequel poſſede réellement en ſoi la vertu qu'elles annoncent; & c'eſt préciſément ce que j'ai entrepris de prouver.

Mais je prétends faire plus; après avoir montré précédemment que l'Electricité n'eſt autre choſe qu'une certaine matiere en mouvement, & en continuant de conſidérer ſes phénomenes comme les effets d'une cauſe vraiement méchanique, je me flatte de prouver ſolidement, tant par les expériences que je viens de citer, que par celles qui vont ſuivre, je me flatte, dis-je, de prouver que les corps non iſolés qui ſont expoſés à l'action des corps électriſés, ne ſont pas des êtres purement paſſifs vis-à-vis d'eux, mais qu'ils contribuent réellement & d'une maniere efficiente à toutes les apparences extérieures qui annoncent la vertu électrique.

IV. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

J'électriſe fortement par le moyen d'un globe de verre, une perſonne

XX. LEÇON.

qui ſe tient debout ſur un gâteau de réſine : en continuant de l'électriſer ainſi, je lui fais étendre la main qui ne touche point le globe, dans une ſituation verticale ; une autre perſonne qui n'eſt point iſolée de même, mais ſimplement debout ſur le plancher, étendant le bras horizontalement, préſente un doigt vis-à-vis cette main à une diſtance de 7 à 8 pouces. Voyez la *Figure 5*.

Effets.

1°, Il ſort de ce doigt non iſolé une matiere inviſible qui fait contre la main électriſée un ſouffle très-ſenſible, & tout-à-fait ſemblable à celui qu'on a coutume de ſentir au-delà des aigrettes lumineuſes d'une barre de fer qu'on électriſe.

2°, Si l'on approche le doigt plus près de cette main électriſée, comme à la diſtance de trois pouces ou un peu moins, cette matiere inviſible qui ne faiſoit qu'un ſouffle, s'enflamme alors avec une ſorte de bruiſſement, & ſe fait appercevoir ſous la forme d'une belle aigrette *B*, qui ne differe point de celles qu'on voit

briller au bout de la barre de fer qu'on électriſe, ſi ce n'eſt qu'elle ſouffre ordinairement quelques intermittences, & que ſes éruptions ſont accompagnées d'un plus grand bruit.

3°, En approchant le doigt encore plus près de la main électriſée, on voit l'aigrette lumineuſe dont je viens de parler, ſe reſſerrer & former un trait de feu fort vif *C*, qui éclate avec bruit & avec douleur de part & d'autre, comme il arrive en toute autre occaſion, quand on s'approche pour toucher un corps fortement électriſé.

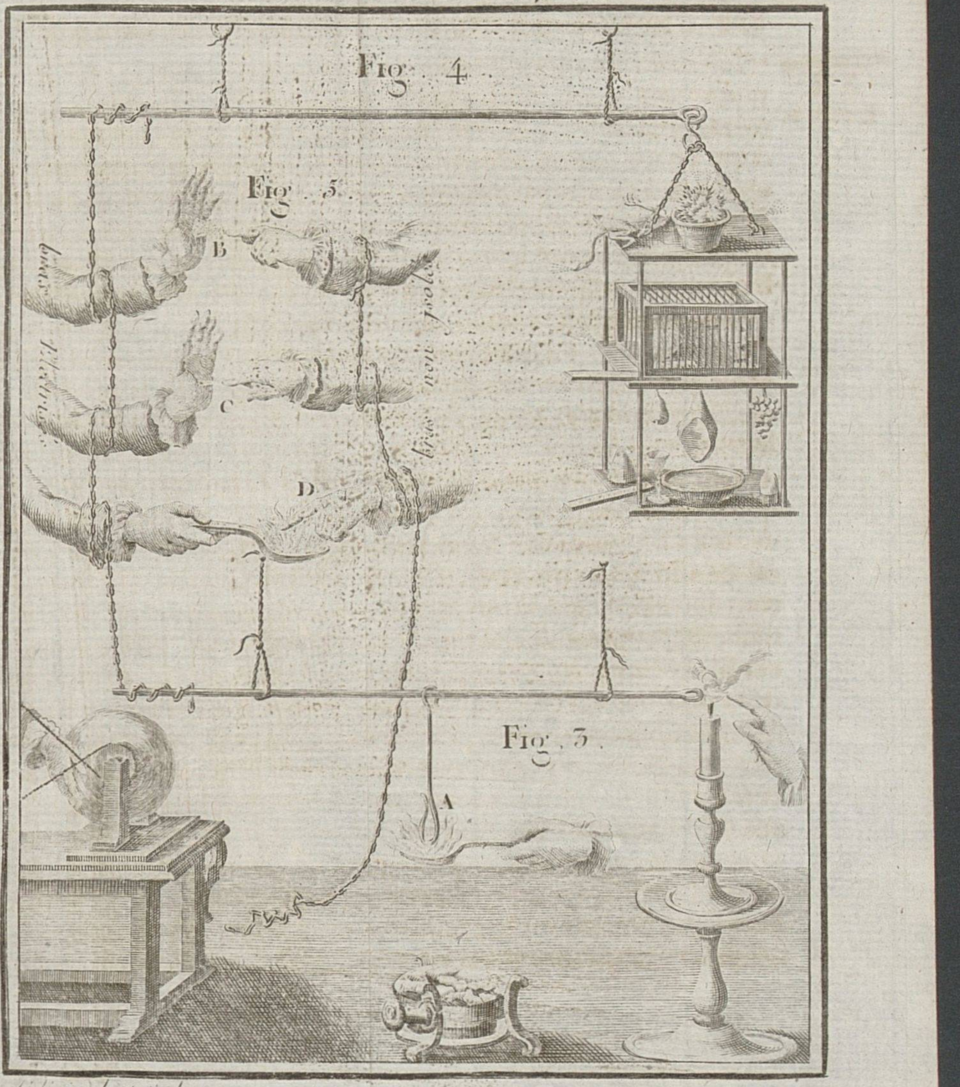
4°, Si la perſonne qui eſt ſur le gâteau de réſine, & que l'on continue d'électriſer, tient en ſa main une cuiller de métal pleine d'eſprit-de-vin un peu chauffé ſur des charbons ardents, l'autre perſonne qui n'eſt point iſolée y met le feu avec le bout de ſon doigt *D*, en le portant un peu bruſquement à quelques lignes de diſtance au-deſſus de la liqueur.

5°, L'aigrette de matiere enflammée, & le ſouffle dont nous avons fait mention dans les deux premiers

XX. LEÇON.

réſultats, font ſentir l'odeur de phoſphore ou d'ail abſolument de la même maniere que les extrémités d'un corps qu'on électriſe pendant un certain temps par communication. Et l'on obſerve tous ces mêmes effets, ſi, au lieu du doigt, on préſente le bout d'une verge de fer ou de quelqu'autre métal, à la main, au viſage, & quelquefois auſſi à tout autre endroit du corps de la perſonne qu'on électriſe, malgré l'interpoſition des habits.

On reconnoît donc par le détail de cette expérience, qu'il eſt des cas où l'on voit faire à un corps qui eſt conſidéré comme non-électrique, tous les effets que l'on prend communément pour les ſignes les plus certains d'une Electricité bien décidée ; de ſorte qu'en pareille occaſion ſi l'on appercevoit ces phénomenes par une porte ou par une fenêtre entr'ouverte, qui empêchât de découvrir l'appareil, & qui ne laiſſât voir que les effets, il ſeroit bien difficile, je pourrois dire impoſſible, de décider à coup ſûr quel ſeroit celui des deux corps ſur lequel agiroit im-



Gélin del. et Sculp.

médiatement le globe, & que l'on devroit regarder comme poſſédant en ſoi la vertu électrique, en ſuppoſant qu'on ne la dût reconnoître que dans l'un des deux ſeulement. Faiſons voir maintenant que chacun de ces effets peut augmenter ou diminuer par certaines circonſtances, & ſans qu'on ait lieu de croire que le globe ni le conducteur ait changé d'état.

V. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Electriſez un homme qui ait les deux mains libres, comme dans la *fig.* 6; qu'il en tienne une étendue au-deſſus d'une platine de fer blanc *A*, ſur laquelle on ait répandu des fragments très-menus de ces feuilles de cuivre dont les Verniſſeurs ſe ſervent pour enjoliver leurs ouvrages, & que cela lui ſoit préſenté par un autre homme non iſolé; qu'il porte pareillement ſon autre main au-deſſus d'un gâteau de réſine *B*, ou d'un pain de cire bien uni ſur lequel on ait répandu pareille quantité de ces mêmes fragments.

XX. LEÇON.

Effets.

Quelque ſoin que l'on ait pris pour rendre ces petites feuilles de métal également légeres de part & d'autre, & quelque attention que l'on ait de tenir celles-ci & celles-là à égales diſtances des deux mains électriſées, on remarquera conſtamment que celles qui ſont poſées ſur le fer blanc, ſont attirées & repouſſées bien plus vivement que les autres; & que ſi on les tient à des diſtances inégales, ce ſont les premieres qui ſont attirées de plus loin.

On ne peut pas dire raiſonnablement que l'une des deux mains de la même perſonne reçoive du globe plus d'Electricité que l'autre: au reſte il ſeroit aiſé de prouver que cela n'eſt pas, en faiſant changer de place au gâteau de cire, & à la feuille de fer blanc: il eſt viſible que la différence des effets vient uniquement de celle des ſupports, ſur leſquels on a mis les petites feuilles de métal; & nous en dirons la raiſon dans un autre endroit.

VI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Que l'on ſuſpende ſur la même ligne, & avec des fils de même longueur, 1°, une feuille de cuivre battu C (*fig.* 7.) qui ait environ 2 pouces de diametre ; 2°, à quinze pouces de diſtance ſur la même ligne, un fragment d'une pareille feuille *E*, mais qui n'ait tout au plus qu'un demi-pouce de largeur ; 3°, enfin une lame extrêmement mince de cire blanche *D*, de la même grandeur, & de la même figure que la plus grande des deux feuilles de métal. Qu'on préſente enſuite vis-à-vis de ces trois corps, & parallélement à la ligne dans laquelle ſont leurs centres, un tube de verre bien électriſé, comme on voit par la *Figure* 7.

EFFETS.

On verra preſque toujours la grande feuille de métal *C* ne faire qu'un petit mouvement vers le tube, tandis que la cire *D* paroît conſtamment attirée, & d'une maniere très-ſenſible ; on remarquera auſſi que le

XX. Leçon.

mouvement de la plus petite feuille de métal *F*, tant pour être attirée que pour être repouſſée, ſera bien plus vif que celui des deux autres corps.

Le même tube paroît donc plus électrique, ſi l'on en juge par les mouvements de la cire, que ſi l'on s'en rapporte à ceux qu'il imprime à la grande feuille de métal ; & les deux feuilles de cuivre qui ne different entr'elles que par la grandeur, indiquent encore des degrés d'Electricité fort différents.

VII. Expérience.

Preparation.

Electriſez un tube de verre ou un globe, & communiquez avec l'un ou avec l'aure la vertu électrique à une barre de fer, ou à un tuyau de ferblanc iſolé ; comparez entr'elles les impreſſions que pourront faire ſur la peau de votre viſage les émanations inviſibles de ces différents corps électriſés, pour ſavoir quelles ſont les plus fortes, ou celles qui ſe font ſentir à une plus grande diſtance.

Effets.

Il eſt certain qu'en faiſant cette comparaiſon de la maniere que je viens d'indiquer, vous trouverez les écoulements qui viennent du verre frotté, plus ſenſibles, & agiſſant de plus loin que ceux du conducteur iſolé.

Cependant vous pourrez obſerver en même-temps que tous les autres ſignes d'Electricité ſont communément plus forts de la part du conducteur, que de la part du globe ou du tube ; les aigrettes & les étincelles qui ſortent du verre, ne ſont pas comparables pour la grandeur, ni pour la force, à celles que donne la barre de fer iſolée ; & ſi l'on veut produire de grands effets, c'eſt par l'Electricité communiquée qu'on y parvient, plutôt que par celle qu'on excite en frottant.

Les émanations électriques qui ſe font ſentir par leur choc contre la peau ou par leur odeur, & qui ſont aſſurément des ſignes d'Electricité bien certains, ne peuvent donc ſervir à déterminer ſon degré de force,

XX. Leçon.

ſi les corps électriſés, que l'on compare entr'eux, ont acquis leur vertu par différents moyens, puiſque ces effets, comme on vient de le voir, ſont communément plus ou moins ſenſibles ſelon la maniere dont un corps a acquis ſon Electricité, par frottement ou par communication. On verra même par des obſervations que je rapporterai ci-après, que ces émanations venant du même corps, peuvent ſe faire ſentir plus ou moins fortement dans certaines circonſtances qui ne changent rien à l'état du corps électriſé, mais ſeulement à celui de l'Obſervateur qui les éprouve.

VIII. Expérience.

Preparation.

Electriſez un conducteur qui ſoit un tuyau de fer blanc de deux pouces de diametre ou environ, ſur 5 à 6 pieds de longueur, & ouvert de part & d'autre. Obſervez d'abord tous les ſignes d'Electricité qu'il donnera dans cet état; enſuite bouchez le bout qui eſt le plus reculé du

globe, avec une piece de métal ſolide, qui ſoit terminée en pointe courte & fort mouſſe, bien arrondie, & ſans aucun angle.

XX. Leçon.

Effets.

Vous remarquerez infailliblement, en multipliant les épreuves, que tous les autres ſignes d'Electricité ſubſiſtant à peu-près les mêmes dans les deux cas, les aigrettes qui paroiſſent au bout du conducteur dans le premier, ſont très-différentes de celles qu'on voit dans le ſecond; celles-ci fort groſſes, & fournies de rayons très-denſes, s'élancent avec bruit, & par intervalles; celles-là plus continues, reſſemblent à une frange de lumiere plus rare, & d'un feu plus léger; de ſorte que ſi l'on n'avoit égard qu'aux aigrettes, on croiroit volontiers que la vertu électrique du conducteur eſt d'abord foible, & enſuite beaucoup plus forte.

Dans les intervalles de temps où les aigrettes ne paroiſſent pas au bout de la groſſe pointe, ou bien dans des circonſtances défavorables à la vertu électrique, ſi les aigrettes ne

XX. Leçon.

paroiſſoient point du tout, on les fera naître en approchant le plat de la main de l'endroit où on les attend.

Ce dernier réſultat prouve encore que la proximité de certains corps peut faire paroître des aigrettes où il n'y en auroit pas, ou augmenter la grandeur & la force de celles qui ſeroient foibles, & le tout, ſans que les autres ſignes annoncent ni plus ni moins d'Electricité dans le conducteur ou dans le globe.

Et comme les étincelles ſont formées par des aigrettes dont les rayons ſe condenſent, & ſe réuniſſent en un ſeul trait de feu, on doit s'attendre que les mêmes cauſes qui augmentent celles-ci, rendront auſſi celles-là plus fortes & plus apparentes.

Quant à la douleur plus ou moins grande que les étincelles font ſentir, c'eſt encore une occaſion d'erreur pour quiconque ne voudra conſulter que ce ſigne d'électricité; outre qu'il y a des perſonnes moins propres que d'autres à exciter ces feux, il peut arriver que la même, & avec le même doigt, les reſſente plus ou moins, parce qu'elle les aura reçus à quel-

que endroit de la peau plus ou moins ſenſible.

Reflexions.

Par les quatre premieres expériences de cet article, on voit que le corps non-électriſé, ou réputé tel, produit vis-à-vis de celui qu'on électriſe tous les ſignes ordinaires d'Electricité : on voit par les quatre dernieres que tous ces phénomenes, lors même qu'ils ſont produits par un corps électriſé, ſont ſujets à des variations conſidérables, occaſionnées par des cauſes étrangeres : faut-il conclure delà que nous ne pouvons porter aucun jugement certain ſur le ſujet où réſide véritablement l'Electricité, ni ſur les différents degrés de force que cette vertu peut avoir ? Ce ſeroit prendre un parti outré : je penſe que nous ferons plus ſagement, en réformant nos idées, ſi l'expérience nous y contraint, & en profitant des leçons qu'elle nous donne ; pour ne point attribuer à la cauſe principale ce qui n'eſt dû qu'aux circonſtances.

Nous nous ſommes accoutumés à

XX. LEÇON.

croire & à dire qu'un corps ne peut s'électriſer qu'autant qu'il eſt iſolé: en prenant cette regle au pied de la lettre, nous nous ſommes accordés à nommer *non-électriſé* ou *non-électrique*, celui qui n'eſt point iſolé, & ſur lequel on ne fait point agir immédiatement le globe ou le tube de verre. Mais devons-nous maintenant appeller de ce nom, d'une maniere abſolue & ſans correctif, un corps à qui nous voyons faire preſque tout ce qui annonce l'Electricité d'un conducteur iſolé? L'homme de la quatrieme expérience qui eſt debout ſur le plancher, eſt-il dans ſon état naturel quand il ſort du bout de ſon doigt un ſouffle très-ſenſible, des aigrettes lumineuſes, des étincelles qui éclatent avec bruit & avec douleur, &c? Peut-on dire que le ſujet de ces phénomenes, univerſellement reconnus pour être des ſignes d'Electricité, ne ſoit point affecté de cette vertu?

Mais cet homme, me dira-t-on, ne produit ces effets que par le bout de ſon doigt, bien différent en cela des conducteurs iſolés, dont l'Electricité ſe manifeſte de toutes parts.

Je conviens de cette différence; j'avoue que l'homme dont il s'agit, n'eſt point électrique au point d'en donner des marques par toutes les parties de ſon corps; mais pour être électrique & pour en porter le nom, faut-il qu'il reſſemble de tout point à un conducteur iſolé? ſi cela étoit, on ne pourroit pas dire qu'on ſe fait électriſer quand on fait ſur ſoi-même l'expérience de Leyde; car celui qui reſſent la commotion, n'eſt point électrique à la maniere d'un conducteur iſolé.

Et d'ailleurs qui nous aſſurera que cet homme, qui ne montre des ſignes d'Electricité qu'au bout de ſon doigt, n'en donneroit point par toutes les autres parties de ſa perſonne, s'il étoit vis-à-vis d'un corps beaucoup plus électrique que ne le ſont nos conducteurs iſolés dans les cas ordinaires?

Pour moi, il me ſemble qu'on doit nommer *électrique*, ou regarder comme *électriſé*, tout corps en qui la matiere électrique produit quelque effet extraordinaire, tout corps qui devient le ſujet de quelque phénomene d'Electricité, ſauf à déclarer de

XX. LEÇON.

quelle maniere il a acquis cette qualité, & en quoi ſon état differe de celui d'un autre corps autrement affecté de la même vertu.

Deux ſortes de Conducteurs ; les uns iſolés, les autres non-iſolés.

SUR ce pied-là je diſtingue deux ſortes de conducteurs, les uns iſolés qui manifeſtent leur Electricité par toutes les parties de leur ſurface; les autres non-iſolés qui ne montrent la leur que par l'endroit le plus voiſin d'un corps électriſé par frottement ou par communication; & je ferai voir dans la IIIe Section que la matiere électrique ſe meut eſſentiellement de la même maniere dans les uns comme dans les autres.

Carrillon électrique ; application qu'on en peut faire.

L'AIGUILLE ſuſpendue entre les deux timbres de la troiſieme expérience, produit un petit carrillon qui dure autant de temps que l'électriſation par laquelle elle eſt miſe en jeu : il eſt aiſé de voir, qu'en multipliant les timbres, & en variant à propos leurs dimenſions, un curieux qui prendra goût à cet amuſement en pourra faire reſonner un grand nombre avec le même globe, pluſieurs à la fois, ſi cela entre dans ſes vues, ou les uns après les autres,

en interrompant par des attouchements bien ménagés, l'Electricité de ceux qu'il voudra tenir en ſilence. En voilà aſſez, je penſe, pour faire connoître tout le ſecret de cette jolie invention, & pour mettre ſur la voie de l'exécution : au reſte on en a fait un Livre (a) que l'on pourra conſulter, ſi l'on veut de plus amples inſtructions.

XX. Leçon.

On fera du carrillon électrique une application plus ſérieuſe, & peut-être plus utile, ſi l'on met l'appareil des timbres à portée de recevoir l'Electricité naturelle, je veux dire, celle qui regne quelquefois dans notre atmoſphere, ſur-tout aux approches des orages accompagnés de tonnerre ; car la nuit comme le jour on en ſera averti par ces ſons ; & leur fréquence plus ou moins grande, indiquera encore ſi cette Electricité eſt plus ou moins forte, plus ou moins dangereuſe. Voyez ma ſeptieme Lettre ſur l'Electricité, *Tom. I, pag.* 163 *& ſuiv.*

Electrometres.

Il ſeroit bien à ſouhaiter que nous

(a) Le Clavecin électrique, chez Guerin & Delatour, rue S. Jacques.

XX. LEÇON.

euſſions quelqu'inſtrument propre, non-ſeulement à nous indiquer ſi un corps eſt électrique, mais de combien il l'eſt plus qu'un autre, ou plus qu'il ne l'a été lui-même dans un autre temps, ou dans des circonſtances différentes : ce ſeroit-là véritablement l'*Electrometre* que nous cherchons depuis long-temps, que quelques-uns ſe ſont flatté d'avoir trouvé, mais que perſonne ne poſſede, pour dire les choſes comme elles ſont. Tout ce qu'on nous a offert, pour meſurer l'Electricité, ne vaut pas mieux que les deux bouts de fil qu'on laiſſe pendre à côté l'un de l'autre au corps qu'on électriſe, & qui deviennent divergents entr'eux en devenant électriques avec le corps auquel ils tiennent ; l'angle plus ou moins ouvert, qu'ils forment en s'écartant l'un de l'autre, nous dit à peu-près ce que nous devons penſer de leurs degrés d'Electricité comparés entr'eux, mais il nous laiſſe ignorer quelle eſt leur Electricité abſolue.

Il y a plus ; c'eſt que ſi le conducteur eſt un aſſemblage de différents corps plus électriſables les uns

que les autres, ces deux fils pendants, nous feront bien remarquer qu'il y a dans l'un plus d'Electricité que dans un autre ; mais par cela même que les différentes parties du conducteur ſont ſuſceptibles de différents degrés de vertu, l'état de l'une ou de l'autre fût-il bien connu, nous laiſſera toujours très-incertain du degré d'Electricité qui appartient au globe d'où procede cette vertu.

Choix des ſupports pour iſoler.

LA cinquieme expérience nous apprend combien le choix des ſupports eſt important, quand il s'agit d'apprécier l'action des corps électriſés ſur les autres corps qu'on leur préſente ; elle paroît d'autant plus forte que ces ſupports ſont plus propres à s'électriſer par communication. Cependant M. Dufay préféroit les appuis de verre ou de cire d'Eſpagne, pour poſer les corps légers qu'il vouloit attirer ; mais il prenoit la précaution de les chauffer auparavant ; & j'ai obſervé que ces matieres, quand elles ont été préſentées au feu, quoiqu'elles ne ſoient pas de la nature des conducteurs, ne laiſſent pas d'avoir avec eux quel-

XX. LEÇON.

que choſe de commun, que j'expliquerai par la ſuite.

Certains corps plus attirés & repouſſés que d'autres.

LES corps électriſés attirent généralement toutes ſortes de corps aſſez légers ou aſſez libres pour obéir à la matiere inviſible qui les met en jeu; mais ils enlevent plus facilement les uns que les autres; il eſt certain qu'à volumes & poids égaux, une feuille de cuivre battu eſt attirée, & repouſſé plus vivement & de plus loin qu'un morceau de papier; un ruban mouillé, mieux que le même ruban ſec, quoique celui-ci ſoit plus léger, &c. Cela ne tient point à la couleur comme on l'avoit ſoupçonné; on s'en eſt aſſuré par des expériences déciſives; il y a tout lieu de croire qu'il faut s'en prendre à la denſité, qui étant plus grande dans le métal & dans le ruban mouillé, &c, met ces corps plus en priſe à la cauſe impulſive qui les porte vers le corps électriſé, ou qui les en éloigne. La grandeur, la figure, le ſens dans lequel le corps attirable ſe préſente, ſont encore des choſes qui doivent entrer en conſidération; mais ce que j'ai à dire ſur cela, s'entendra mieux

quand j'aurai fait connoître la cauſe premiere des attractions & des répulſions.

XX. LEÇON.

Durée de la vertu électrique dans les Conducteurs.

Tous les ſignes d'Electricité, dont j'ai fait mention dans cet article, ſubſiſtent autant de temps que l'on fait durer l'électriſation du conducteur iſolé ; mais dès que l'on ceſſe de frotter le verre de qui il tient ſa vertu, les émanations ſenſibles, les aigrettes lumineuſes, l'odeur de phoſphore s'évanouiſſent preſque toujours, & il ne reſte que les attractions, les répulſions & les étincelles ; & ces derniers ſignes ont coutume de durer plus long-temps quand le conducteur à beaucoup de maſſe & de ſurface, que quand il eſt menu, toutes choſes égales d'ailleurs : j'ai vu ſouvent des barres de fer peſant 60 ou 80 livres, attirer & étinceler plus de ſix heures après avoir été électriſées, parce qu'elles étoient demeurées iſolées, & que rien n'y avoit touché.

Les conducteurs qui gardent plus long-temps leur vertu électrique, la perdent auſſi plus difficilement, quand on veut la leur ôter par des

XX. LEÇON.

attouchements ; ceux dont je viens de faire mention, produiſent ordinairement pluſieurs étincelles avant que d'être entiérement déſélectriſés ; il n'en faut le plus ſouvent qu'une pour avoir cet effet ſur les autres : on a vu des hommes électriſés dans des circonſtances favorables, mettre pied à terre, faire pluſieurs pas, remonter ſur leur gâteau de réſine, & paroître encore ſenſiblement électriques. Mais il faut convenir que cela eſt extraordinaire.

Le verre, comme nous l'avons dit, s'électriſe difficilement par communication ; mais quand on eſt parvenu à l'électriſer de cette maniere, on en obtient des effets dont les autres conducteurs ne ſont pas capables, & que j'aurai ſoin de faire connoître : il garde auſſi ſon Electricité plus long-temps qu'aucune autre matiere que l'on connoiſſe, ſoit qu'il l'ait acquiſe par frottement, ſoit par communication : ſouvent il en donne encore des marques très-ſenſibles au bout de 30 ou 36 heures.

LE verre électriſé de l'une ou de

l'autre

XX. LEÇON.

Durée de la vertu électrique dans le verre.

l'autre maniere perd bien plus difficilement ſon Électricité que les conducteurs communs ; je ne parle pas ſeulement de la durée, mais de la ténacité, pour ainſi dire, avec laquelle la vertu électrique paroît réſider en lui : tirez un étincelle d'un homme électriſé, ou touchez ſeulement ſon habit avec le bout de votre doigt, en voilà aſſez pour lui enlever le pouvoir de donner aucun ſigne d'Électricité ; & ſi vous touchez pareillement un tube de verre nouvellement frotté, à peine déſélectriſerez-vous l'endroit qui aura éprouvé cet attouchement ; & ſi vous poſez ces inſtruments ſur des corps électriſables & non iſolés, une heure ou deux après, vous pourrez les trouver encore en état d'attirer & de repouſſer très-ſenſiblement.

Le globe ou le tube de verre, quand on a ceſſé de le frotter, continue de lancer des émanations inviſibles d'attirer & de repouſſer, d'étinceler vis-à-vis les corps qu'on lui préſente, s'ils ſont de nature à faire des conducteurs, de faire ſentir l'odeur de phoſphore ; mais il eſt rare qu'il

XX. LEÇON.

donne des aigrettes lumineuſes ; & les étincelles qu'il produit dans les cas ordinaires, ſont plus foibles & éclatent moins que celles qu'on excite autour d'un corps électriſé par communication.

Signes d'Electricité dans le vuide.

QUAND l'Electricité ſe porte dans le vuide, elle ſe manifeſte, comme dans le plein air, par des attractions & par des répulſions, à quelque différence près dont nous ferons mention dans la ſuite ; mais les feux qu'elle produit alors, different beaucoup des aigrettes & des étincelles ordinaires : les premieres n'ont point leurs rayons auſſi diſtincts ni auſſi divergents ; leur feu eſt plus ſerré, & devient, dans certaines occaſions, ſi diffus, qu'il remplit tout le récipient d'une lumiere à peu-près uniforme ; les dernieres, quand elles ont lieu, ſont comme foudroyantes, & vont aſſez ſouvent juſqu'à caſſer le vaiſſeau dans lequel elles éclatent.

L'Electricité communiquée ne differe point eſſentiellement de celle qu'on excite par le frottement.

ON voit par ces dernieres obſervations que l'Electricité eſt eſſentiellement la même, ſoit qu'on l'excite par frottement, ſoit qu'elle ſoit communiquée, puiſque dans l'un & dans

l'autre cas, elle s'annoncent par des ſignes de la même nature, & qui ne different que par des plus ou par des moins.

On doit remarquer auſſi que tous ces effets que nous prenons pour des ſignes d'Electricité, ſont toujours eſſentiellement les mêmes de la part des corps frottés, comme de la part des conducteurs proprement dits; cependant c'eſt par le moyen de ceux-ci qu'on doit agir, quand on cherche à produire les plus grands phénomenes: un tube ou un globe de verre, ſi bien frotté qu'il ſoit, ne fera jamais lui-même ce qu'il fait faire à une barre de fer iſolée ou à un homme placé ſur un gâteau de cire.

XX. LEÇON.

II. SECTION.

Dans laquelle on expoſe ce que l'expérience a fait connoître de plus certain, & de plus propre à nous éclairer ſur la cauſe générale des Phénomenes électriques.

JE NE cherche pas ſeulement à rendre raiſon de tel ou tel fait en particulier : pluſieurs des phénomenes électriques s'expliquent viſiblement l'un par l'autre : l'Electricité, par exemple, ſe porte à 1200 pieds de diſtance par une corde de chanvre ; tandis qu'elle s'étend à peine à quelques pieds par une corde de ſoie : cette différence vient, comme on ſait, de ce que les corps les moins électriques par eux-mêmes ſont les plus propres à le devenir par communication ; & réciproquement. Une feuille de métal qui a touché un tube de verre nouvellement frotté, s'en éloigne enſuite conſtamment : on ſait que cela ſe fait ainſi, parce que

généralement tout corps électriſé par voie de communication, s'écarte, antant qu'il peut, de celui qui l'a mis en cet état, &c. Mais ces cauſes prochaines ſont elles-mêmes les effets de quelque autre cauſe plus reculée & plus générale; l'électricité qui ſe manifeſte par tant de phénomenes différents, doit venir primitivement de quelque principe unique, d'un méchaniſme peut-être fort ſimple, que la nature dérobe à nos yeux, dont les effets ſe multiplient & varient ſans ceſſe par des combinaiſons de circonſtances dont nous avons peine à démêler & à prévoir les ſuites.

C'eſt ce méchaniſme ſecret qui picque depuis long-temps notre curioſité, que je me propoſe de dévoiler ici: plus j'ai déſiré de le connoître, plus j'ai réſolu de ne le point deviner au hazard; je me ſuis défié de l'imagination toujours trop prompte à former des ſyſtêmes. Si j'ai laiſſé agir la mienne, ce n'a été que ſur la liaiſon & les rapports que les faits pouvoient avoir entr'eux; ſi j'ai eſſayé de deviner ce que je ne voyois pas, j'ai toujours eu ſoin que mes conjectures fuſſent

XX. LEÇON.

fondées ſur ce que j'avois vu.

Je ne me propoſerai rien que je ne cite les faits qui m'ont inſtruit, afin qu'on puiſſe juger ſi c'eſt à tort ou avec raiſon que je me ſuis déterminé à croire ce que j'avance.

PREMIERE PROPOSITION.

Cette matiere ſubtile qui ſe meut autour & au-dedans des corps électriſés, & que nous nommons MATIERE ÉLECTRIQUE, n'a point un mouvement circulaire ou en forme de tourbillon, comme quelques Auteurs l'avoient penſé ; mais il paroît qu'elle s'élance en ligne droite, & qu'elle conſerve cette direction autant qu'elle peut.

Il y a des cas où la matiere électrique ſe montre à nos yeux ſous la forme d'un fluide lumineux ; & alors rien ne nous empêche de reconnoître comment elle affecte de ſe mouvoir : mais dans bien d'autres occaſions elle demeure inviſible ; & quoique, par ſes rayons apparents, elle nous indique d'une maniere aſſez ſûre la direction qu'elle ſuit lorſque nous ne la voyons plus ; cependant

pour ne laiſſer ſur cela aucune incertitude ni aucun doute, nous porterons nos recherches ſur les émanations inviſibles comme ſur les autres, & nous prouverons que ni celles-ci ni celles-là ne circulent autour du corps qu'on électriſe.

XX. Leçon.

Principe de Méchanique.

Il faut, avant toutes choſes, que l'on convienne avec moi de cette regle reçue de tous ceux qui ſe mêlent de Phyſique expérimentale, ſavoir, qu'un corps qui eſt choqué directement par un autre corps, au point d'en être déplacé, ſe meut dans la direction de celui qui l'a choqué; d'où il ſuit néceſſairement qu'on peut juger en toute ſûreté du mouvement d'un corps qu'on ne voit pas, par la route qu'il fait prendre à celui qui eſt apparent: &, en effet, comment jugeons-nous de la direction du vent, ſi ce n'eſt par le mouvement des girouettes qu'il dirige, par celui des corps légers qu'il entraîne? Les courants de matiere magnétique, leur exiſtence ſuppoſée, ne ſont-ils point admis par tous les Phyſiciens, comme des cauſes dont on peut faire uſage pour expliquer la direction des aimants?

XX. LEÇON.

Quand la matiere électrique ſera viſible, nous jugerons donc de ſes mouvements par l'inſpection de ſes rayons; mais quand elle échappera à notre vue, nous aurons recours à nos autres ſens, ou nous aurons égard à la maniere dont ſon action ſe fera ſentir ſur les autres corps. Je viens aux preuves de notre premiere propoſition.

I. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Répandez ſur une table de bois, ou encore mieux ſur une feuille de fer-blanc, bien unie & bien ſeche, des corps légers de toutes eſpeces, les uns plus petits que les autres, & préſentez au deſſus un tube de verre bien électriſé, vous remarquerez ce qui ſuit.

EFFETS.

1°, Les plus petits corps, ſur-tout ceux qui ſont minces & tranchants comme des fragments de feuille d'or ou de cuivre, s'élancent ſoit de la table au tube, ſoit du tube vers la table,

table, preſque toujours en ligne droite. XX. Leçon.

2°, Ceux qui ont un peu plus de volume ou qui ſont d'une figure plus arrondie, comme les boulettes de coton, les duvets de plume, &c, ſouffrent le plus ſouvent quelques détours; mais ces détours ſont irréguliers, tantôt à droite, tantôt à gauche, & n'annoncent point du tout l'impulſion d'un fluide qui circule.

II. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Tenez d'une main un tube fortement électriſé, &, avec l'autre main, préſentez-lui un fil de ſoie ou de lin que vous tiendrez ſeulement par un bout.

EFFETS.

De quelque façon que vous teniez ce fil, vous obſerverez qu'il ſe dirigera toujours dans une ligne droite qui tend au tube, F (*fig.* 7).

Cette expérience ſe fait encore mieux, quand on préſente le fil, ou un ruban, à une barre de fer que

XX. LEÇON.

l'on électriſe par le moyen d'un globe de verre.

III. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Sous une barre de fer ſuſpendue horizontalement & que l'on continue d'électriſer, préſentez une feuille d'or ou de cuivre qui ait environ un pouce & demi en quarré, préſentez-la par ſon tranchant, en la tenant ſur une aſſiette de métal, ou ſur une feuille de fer-blanc, ou bien ſur un carton mince ſous lequel vous tiendrez le doigt ou la main, G (*Fig.* 8).

EFFETS.

Vous verrez cette feuille de métal aller & venir entre ſon ſupport & la barre de fer; & avec un peu d'attention & d'habitude, vous parviendrez à la faire demeurer ſuſpendue à quelques pouces au-deſſous de la barre de fer; alors elle n'aura d'autre mouvement que celui de ſe promener, comme en ſautant le long de la barre électriſée.

Gobin del. et Sculp.

XX. Leçon.

Observations.

A juger des mouvements de la matiere électrique par ceux qu'elle imprime, & par ſes effets les plus conſtants & les plus réglés, il paroît donc qu'elle ne circule point, & que l'atmoſphere qu'elle forme autour du corps électriſé, n'eſt point un tourbillon proprement dit.

Quand je dis que la matiere électrique ſe meut en ligne droite, cela doit s'entendre de ſes mouvements libres, ſans obſtacles, & hors des circonſtances qui peuvent les déterminer d'un coté plus que de l'autre : c'eſt pourquoi, dans les expériences rapportées ci-deſſus, & dans beaucoup d'autres que l'on pourroit citer pour prouver la même propoſition, il faut conſidérer que ſouvent la peſanter des corps attirés ou repouſſés, combinée avec l'impulſion de la matiere électrique, peut produire des mouvements en ligne courbe; mais ce qu'il y a de bien conſtant, c'eſt que toutes ces déviations ne montrent point une circulation, & qu'elles ſont auſſi variables que les

cauſes fortuites à qui elles ſont dûes.

XX. LEÇON.

Il en eſt de même des mouvements de la matiere électrique, lorſqu'elle eſt apparente par ſa lumiere : les rayons des aigrettes, les traits de feu qu'ils forment en ſe réuniſſant pour étinceller, ſont naturellement droits ; mais le doigt ou un morceau de métal qu'on leur préſente, les détermine à ſe courber ; & avec tout cela cependant on ne voit jamais ces émanations lumineuſes tourner en forme de tourbillon, autour des corps qui les lancent ou qui les reçoivent. *Voyez* le 4e. & le 5e. réſultat de la 2e. exp. du 1^r^. article.

SECONDE PROPOSITION.

La matiere électrique s'élance du corps électriſé & ſe porte progreſſivement aux environs juſqu'à une certaine diſtance.

Il faut ſe rappeller ici les réſultats des deux premieres expériences rapportées dans le premier article de la premiere ſection : ce ſouffle léger, ces eſpeces de filaments inviſibles que l'on ſent contre la peau, quand

on préſente le viſage ou le revers de la main à un tube ou à un globe de verre nouvellement frotté ; ces aigrettes lumineuſes qu'on voit ſortir par les angles d'une barre de fer électriſée ; ces traits de feu qui éclatent & qui picquent le doigt de celui qui les excite ; tous ces ſignes d'électricité prouvent d'une maniere inconteſtable que le fluide ſubtil qui rend les corps électriques, paſſe réellement du dedans au dehors de ces mêmes corps, & ſe répand autour d'eux juſqu'à une certaine diſtance : on aura preuve complette & ſurabondante de cette vérité, ſi l'on fait bien attention à ce qui réſulte des expériences ſuivantes.

IV. Expérience.

Preparation.

Preuves de la matiere effluente.

Electrisez fortement une barre de fer iſolée, (*fig. 9*), dont vous aurez mouillé la ſurface avec de l'eau ou avec de l'eſprit-de-vin, & préſentez-y le revers de la main *A*, comme pour ſentir les émanations inviſibles dont nous avons fait mention pluſieurs fois.

XX. LEÇON.

Effets.

Au lieu de ce ſouffle léger qui reſſemble aux attouchements du coton bien cardé, ou d'un duvet de plume extrêmement rare, vous ſentirez un vent frais qui fait ſur la peau l'impreſſion d'une pluie très-fine & pouſſée avec force.

Cet effet ne prouve-t-il pas aſſez clairement que la liqueur dont on a mouillé la barre de fer, eſt emportée par la matiere électrique qui en ſort, & qui étant armée, pour ainſi dire, de ces corpuſcules étrangers, frappe avec plus de force que de coutume la main qu'on lui préſente, & y fait ſentir cette fraîcheur qui eſt propre aux fluides qui mouillent ?

V. Expérience.

Preparation.

Sur une barre de fer ſemblable à la précédente, mais bien eſſuyée & bien ſeche, répandez du ſon de farine ou du tabac groſſiérement rappé, & que quelqu'un non iſolé y porte la main tandis qu'on commence à faire agir le globe, afin qu'elle ne s'électriſe que dans l'inſtant où l'on voudra obſerver les effets.

EFFETS.

Dès que la barre de fer deviendra électrique, on verra le ſon ou le tabac qu'on aura mis deſſus, s'élever en l'air comme s'il étoit ſoufflé par deſſous, *B* (*fig. 9*).

Il eſt effectivement ſoufflé & enlevé par les émanations inviſibles, mais très-ſenſibles, que l'on ſent avec la main ou avec le viſage autour de tous les conducteurs qu'on électriſe : feroit-il raiſonnable de méconnoître cette cauſe qui ſe préſente ſi naturellement ?

VI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Qu'on électriſe fortement un homme iſolé ſur un gâteau de réſine ou autrement ; ſi cet homme porte ſes cheveux ou une perruque ſans pommade, il ſuffira qu'il reſte découvert, ſinon l'on pourra ſuppléer à ſes cheveux par une poignée de filaſſe qu'on lui placera ſur la tête, ou qu'on lui attachera en quelque endroit. *Voyez I* ou *H* (*fig. 6*).

XX. LEÇON.

Effets.

A meſure que cet homme s'électriſera, vous verrez ſes cheveux ſe dreſſer en l'air en ſe tenant écartés les uns des autres ; & vous rendrez cet effet encore plus ſenſible, ſi vous tenez votre main étendue, ou une plaque de métal à une diſtance de 7 à 8 pouces au-deſſus de lui.

Des cheveux qui ſe dreſſent ainſi, tandis qu'on les électriſe, annoncent, on ne peut pas mieux, l'écoulement de la matiere qui les enfile, & qui les tient dans cette direction ; & ſi vous en doutez encore, faites cette expérience dans un lieu privé de lumiere, & vous appercevrez ſouvent aux extrémités de ces cheveux hériſſés, de petites houpes lumineuſes qui ne peuvent être que l'effet de la matiere électrique qui s'enflamme en débouchant de ces petits canaux dans l'air extérieur.

Observations.

Je ne m'arrêterois pas davantage à prouver ma ſeconde propoſition, ſi je voulois la reſtreindre au verre électriſé & aux conducteurs qui reçoivent de lui leur vertu ; premiérement, par-

ce que tout le monde convient avec moi que de ces corps, quand on les électriſe, il ſort réellement une matiere qui ſe répand au dehors ; ſecondement, parce que je crois que cela eſt ſuffiſamment prouvé par les expériences que je viens de citer, pour toute perſonne qui ne cherche point à conteſter, mais ſeulement à s'inſtruire.

Mais je ne dois pas diſſimuler que j'ai contre moi quelques Auteurs qui ne veulent point convenir, en général, que tout corps électriſé lance hors de lui la matiere électrique ; ils exceptent le ſoufre, la cire d'Eſpagne, la ſoie, & en général toutes les matieres que nous nommons *réſineuſes*, en parlant d'Electricité ; prétendant que ces corps, quand ils ſont électriſés, bien loin d'avoir des émanations comme le verre & les conducteurs, ne font qu'en tirer des leurs ou des autres corps qui les environnent. Je ſuis donc obligé de pouſſer plus loin mes preuves, & de montrer, contre la prétention de ces Meſſieurs, que les conducteurs électriſés par le ſoufre, par la cire d'Eſpagne, &c, ne different point

XX. LEÇON.

eſſentiellement de ceux ſur leſquels on fait agir le verre frotté, & que les uns comme les autres ont des écoulements réels de matiere électrique, qui ſe portent du dedans au dehors.

VII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

En la place d'un globe de verre, mettez-en un de ſoufre, & électriſez, par un temps convenable, une verge plate de fer de deux ou trois lignes d'épaiſſeur & de quatre à cinq pieds de longueur, & répétez avec ce conducteur la 4ᵉ. & la 5ᵉ. expérience.

EFFETS.

Si l'Electricité eſt paſſablement forte, vous reconnoîtrez, en préſentant la main, que la liqueur eſt enlevée de deſſus la ſurface du fer, par l'électriſation du globe de ſoufre comme par celle du verre ; vous verrez de même que le ſon de farine ou les autres poudres ſeront enlevées comme dans la 5 expérience, quoique peut être avec moins de force. *Voyez C, D (fig. 10).*

VIII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Electriſez avec le même globe de ſoufre une autre verge de fer, ou la même qui ſoit terminée en pointe menue, & regardez attentivement ou à la vue ſimple, ou avec un verre lenticulaire de 2 pouces de foyer, ce qui ſe paſſe au bout de ce conducteur, *E* (*fig.* 10).

EFFETS.

Vous y appercevrez un petit feu court, dont vous aurez peine à diſtinguer le mouvement à la vue ſimple; mais, avec le verre qui groſſit, vous verrez immanquablement que c'eſt une petite aigrette de matiere enflammée dont les rayons divergent & s'épanouiſſent, comme celles qu'on voit aux extrémités anguleuſes ou à la pointe *F* (*fig.* 9), d'un conducteur électriſé par le verre, & auxquelles elle reſſemble parfaitement, à cela près qu'elle eſt plus petite.

S'il vous reſte des doutes ſur la vraie direction des rayons de cette

aigrette, ſi vous ſoupçonnez que ce puiſſe être une matiere qui entre dans la pointe plutôt qu'une matiere qui en ſort, vous ferez ceſſer vos incertitudes en faiſant les épreuves ſuivantes.

IX. Expérience.

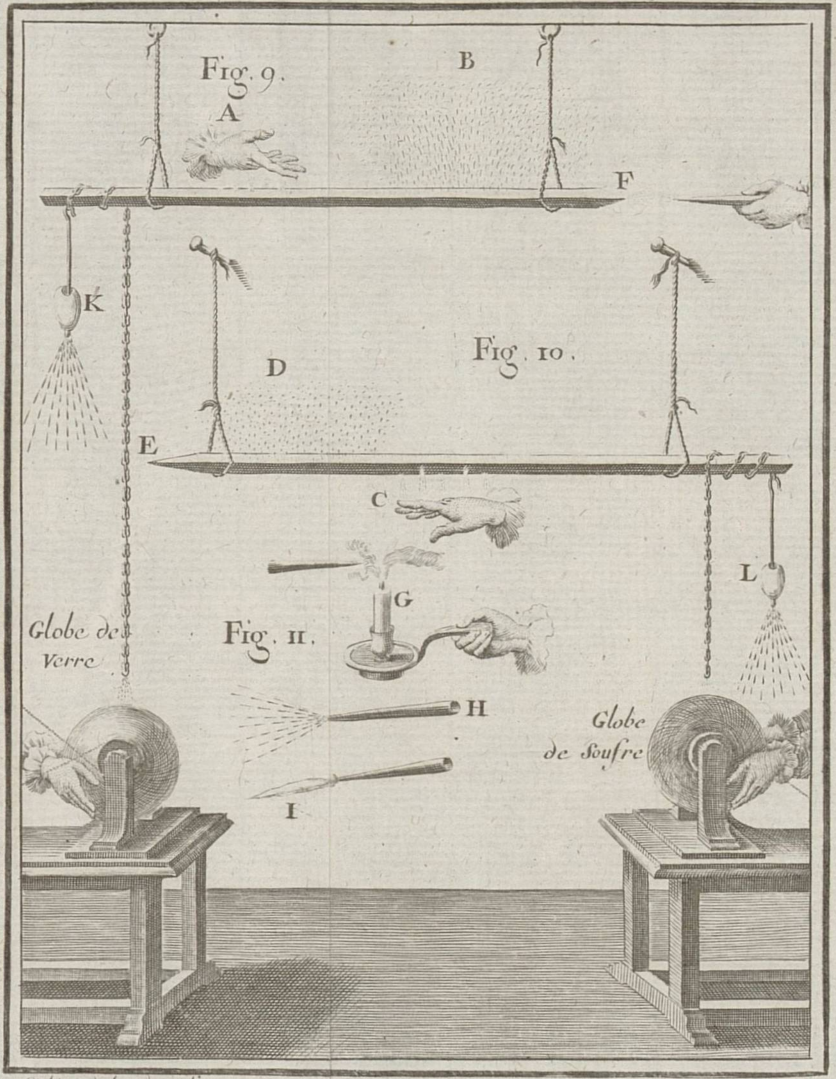
Préparation.

Préſentez à la pointe où paroît la petite aigrette, que d'autres appellent le point lumineux, une chandelle G (*fig.* 11) nouvellement éteinte, de maniere que le jet de fumée qui reſte, paſſe à quelques lignes de diſtance vis-à-vis de cette même pointe.

Effets.

En répétant pluſieurs fois cette épreuve, vous remarquerez qu'une grande partie de la fumée eſt chaſſée en avant, comme s'il ſortoit un ſouffle de la pointe vis-à-vis de laquelle on la fait paſſer.

Et véritablement il en ſort un petit vent que l'on ſent ſur la peau de la main quand l'Electricité eſt un peu forte, & à peu-près comme on l'éprouve avec un pareil conducteur



Gobin del. et Sculp.

qui tient ſon Electricité du verre.

XX. LEÇON.

X. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Il faut ajuſter à l'extrémité du conducteur des expériences précédentes, une pointe de métal *H* (*fig.* 11), qui ſoit creuſe, & au bout de laquelle il y ait un très-petit trou, de maniere qu'une liqueur, par ſon poids, n'en puiſſe ſortir que goutte à goutte; on pourra la faire de fer-blanc, & la charger d'eſprit-de-vin.

EFFETS.

Lorſque le globe de ſoufre électriſera le conducteur & le tuyau pointu qui le termine, la liqueur, qui tomboit goutte à goutte auparavant, s'écoulera avec une accélération très-ſenſible, & par pluſieurs petits jets continus & divergents qui repréſenteront une ſorte d'aigrette.

Et ſi avec une chandelle allumée, on met le feu à l'eſprit-de-vin, on verra la flamme qui en naîtra, ſe porter en avant comme celle d'une bougie que l'on ſouffle avec un chalumeau *I* (*fig.* 11).

XX. LEÇON. Idendité des feux électriques produits par le ſoufre, & de ceux qui ſont produits par le verre.

Reflexions.

Les dernieres expériences que je viens de rapporter, & qui ont été vérifiées de la maniere la plus authentique, prouvent, ce me ſemble, inconteſtablement, que, d'un conducteur électriſé par le ſoufre, il émane une matiere fluide, capable d'impulſion & de s'enflammer; car elle ſe montre ſous la forme d'aigrette lumineuſe, & elle pouſſe en avant les pouſſieres, &c. Je dis que ce fluide eſt la matiere électrique; & ſi l'on me le conteſte, je demande qu'on m'apprenne donc ce que c'eſt que cette matiere qui ne paroît que par l'électriſation, qui produit les phénomenes de l'électricité, & qui ne differe point de celle que je vois aux conducteurs électriſés par le verre, d'où l'on convient qu'elle ſort.

Les aigrettes, dit-on, que fait paroître le ſoufre au bout de ſes conducteurs, ſont toujours bien plus petites que celles des mêmes conducteurs électriſés par le verre.

Cela eſt vrai; mais qu'eſt-ce que cela fait à la nature de ces feux &

à la direction de leurs mouvements ? La flamme d'une très-petite bougie différe-t-elle par eſſence de celle d'un gros flambeau ? La différence de de leurs volumes met-elle quelqu'un en droit de le prétendre, non plus que d'aſſurer que l'une ſe meut en ſens contraire de l'autre ?

On m'allegue qu'il y a des raiſons de convenance & d'analogie, qui menent à croire que les petits points de lumiere qu'on apperçoit à la pointe du conducteur électriſé par le ſoufre, ſont produits uniquement par une matiere qui entre, & non point par une matiere qui ſort.

Je ne connois point ces raiſons ſur leſquelles on prétend ſe fonder, ou ſi je les connois, je crois devoir les apprécier bien au-deſſous de ce qu'on veut les faire valoir ; mais quelles qu'elles puiſſent être, ces raiſons de convenance & d'analogie peuvent-elles prévaloir contre des faits bien conſtatés & déciſifs ? Quand je vois ſortir la matiere électrique d'un corps, quand je m'en ſuis aſſuré par des preuves ſans replique, quand

XX. LEÇON.

vingt témoins capables d'en juger, & qui n'ont point à deſirer que cela ſoit ou ne ſoit point, m'aſſurent que je ne me ſuis point trompé, & qu'ils voient ce que j'ai vu, dois-je préférer à cette évidence l'opinion de deux ou trois hommes qui s'obſtinent à dire que je ſuis dans l'erreur, parce que, diſent-ils, ce que je ſoutiens ne peut quadrer avec l'idée qu'ils ſe ſont faite de la vertu électrique?

Je perſiſte donc à croire & à dire, d'après les expériences rapportées ci-deſſus, que de tous les corps, ſans exception, qui ſont électriſés ſoit par le verre, ſoit par des matieres réſineuſes, il ſort des jets de matiere électrique, tantôt viſibles, tantôt inviſibles, qui ſe portent en avant, ſoit dans l'air qui les environne, ſoit dans les autres corps qui les avoiſinent.

Et comme ces émanations ſe font voir ou ſentir de toutes parts autour des conducteurs, j'ajoute qu'elles débouchent en même temps par une infinité d'endroits, & qu'elles forment autour d'eux une atmoſphere de rayons droits & animés d'un mouvement

vement progreſſif; mais quoique ces jets de matiere effluente ſoient certainement en très-grand nombre, cependant je crois être en état de prouver la propoſition ſuivante. XX. Leçon.

TROISIEME PROPOSITION.

La matiere qui ſort des corps électriſés, n'occupe qu'une partie des pores de leur ſurface, ceux apparemment qui ſont les plus ouverts & les plus propres à favoriſer ſes éruptions.

XI. Expérience.

Preparation.

Si l'on répete la 5e. expérience, non pas avec du ſon de farine ni avec du tabac rappé, mais avec de la poudre à poudrer les cheveux, que l'on aura tamiſée ou fait tomber avec une houpe ſur le conducteur on remarquera les effets ſuivants.

Effets.

1°, Dès que la barre de fer devient électrique, la plus grande partie de la poudre s'éleve en l'air & ſe diſſipe.

2°, Mais il en reſte ſur la ſurface

XX. LEÇON.

du fer électriſé une infinité de petites parties qui ne s'en vont point, quoique l'on continue de frotter le globe.

3°, Cependant cette portion de poudre eſt de nature à être enlevée comme la premiere; car ſi on la ramaſſe ſur quelque endroit du conducteur, la plus grande quantité partira, & il en reſtera encore, dans ce même endroit, une portion qui ne ſera pas enlevée. Comme les parcelles de poudre qui ſont enlevées de deſſus le conducteur, nous indiquent les endroits par où s'élance la matiere électrique qui les chaſſe, celles qui reſtent, nous donnent à penſer qu'elles repoſent ſur des places d'où il ne ſort rien; car toutes les parties de la poudre étant également mobiles, on doit croire que celles qui reſtent en repos, ne ſont point en priſe à la cauſe impulſive qui fait partir les autres. Or quoique les endroits découverts par les parties enlevées, ſoient en très-grand nombre, & fort près les uns des autres; quand on conſidere la prodigieuſe quantité de pores qui doivent être ouverts à la ſurface du fer, on conçoit aiſément

que la portion de poudre expulſée par les effluences de la matiere électrique, n'en pouvoit couvrir qu'une portion aſſez médiocre ; & il n'eſt pas vraiſemblable, que ce qui reſte de cette poudre ſur le conducteur, tandis que l'on continue de l'électriſer, ne repoſe préciſément que ſur des parties ſolides du fer, d'où l'on peut conclure légitimement, comme je l'ai énoncé dans la propoſition, que la matiere électrique, en ſortant des corps électriſés, n'occupe qu'une partie de leurs pores, qui n'eſt pas même la plus grande.

QUATRIEME PROPOSITION.

La matiere électrique ſort du corps électriſé en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons divergent beaucoup entr'eux.

On a pu remarquer dans les expériences de la ſection précédente, que toutes les fois que la matiere électrique s'enflamme d'elle-même en ſortant par les extrémités ou par les angles d'un conducteur électriſé, & qu'elle devient par-là ſenſible à la

XX. LEÇON.

vue, elle ſe préſente toujours ſous la forme de bouquets épanouis, ou d'aigrettes compoſées de rayons diſtincts, & qui vont en s'écartant de plus en plus les uns des autres. Mais on pourroit peut-être imaginer que les effluences de matiere électrique ne prennent cette forme qu'aux extrémités ou aux angles des conducteurs où elles s'enflamment communément; & que, partout ailleurs, chaque émiſſion n'eſt que d'un ſeul jet: il faut donc faire voir que la matiere électrique, de quelque endroit du conducteur qu'elle émane, ſoit qu'elle devienne lumineuſe & apparente, ſoit qu'elle demeure inviſible, ſe diviſe preſque toujours en pluſieurs rayons qui vont en s'écartant les uns des autres, comme ceux d'une aigrette.

XII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Il faut électriſer dans l'obſcurité une barre de fer, ſur toute la longueur de laquelle on aura parſemé des petites gouttes d'eau.

EFFETS.

En promenant la main d'un bout à l'autre du conducteur & à quelques pouces de diſtance de ſa ſurface, on verra ſortir de toutes les gouttes d'eau autant d'aigrettes bien enflammées & bien épanouies, qui feront ſur la peau l'impreſſion d'un vent frais & humide. *Voyez* les *fig.* 9 & 10.

XIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Après avoir bien eſſuyé & ſéché la barre de fer de l'expérience précédente, que l'on arrange ſur toute ſa longueur pluſieurs petits tas de ſon de farine, ou de cette rapure de bois qu'on met ſur l'écriture.

EFFETS.

Dès que cette barre deviendra électrique, tout ce qui aura été mis deſſus, ſera enlevé comme dans la 5e. expérience ; mais ce qu'il faut bien remarquer dans celle-ci, c'eſt que les pouſſieres forment toujours, en s'élevant, une eſpece de gerbe

XX. LEÇON.

qui indique viſiblement que la matiere inviſible qui les chaſſe, s'épanouit de la même maniere. *Voyez* les *fig.* 9 & 10 aux lettres *B*, *D*.

XIV. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Au lieu des tas de pouſſieres, que l'on mette, toujours ſur la même barre, autant de petits vaſes qu'on voudra, remplis d'eau, & percés par en bas, de maniere que l'écoulement ne ſe faſſe naturellement que goutte à goutte. Ces vaſes pourront être, ſi l'on veut, des coques d'œufs, ſuſpendues comme *K* (*fig.* 9.) & *L*, (*fig.* 10), au conducteur avec des fils de fer, & auxquelles on aura adapté par en bas un bout de tube capillaire avec un peu de cire d'Eſpagne.

EFFETS.

Auſſi-tôt que le conducteur & ſes petits vaſes deviendront électriques, on verra tous ces écoulements, qui n'alloient que goutte à goutte, s'accélérer, & chacun d'eux ſe diviſer en pluſieurs petits jets divergents, &

formant entr'eux une aigrette d'eau.

Perſonne ne doutera que ces écoulements ne ſoient accélérés par l'impulſion de la matiere électrique qui ſort avec l'eau par le tube capillaire, & qui augmente, par ſon mouvement précipité, l'effet du poids qui entraîne la liqueur; mais, pour s'aſſurer que la diviſion & l'épanouiſſement des petits jets ſont encore l'ouvrage de la matiere électrique qui les enfile, on obſervera que chacun d'eux eſt électriſé; car il ſe plie vers les corps non iſolés, & étincelle contre eux; & l'on verra de plus, quand l'eau ſera toute écoulée, la matiere électrique en forme d'aigrette au bout du tube où commençoit l'écoulement.

Ces écoulements d'eau électriſés, quand ils ſe font un peu en grand & dans l'obſcurité, ont un effet admirable. Il faut ſuſpendre au bout d'un conducteur, un de ces vaſes de fer-blanc terminés en pointe, dont on ſe ſert pour arroſer les planchers avant que de les balayer: ſi l'eau, en s'écoulant par ſon propre poids, ne forme qu'un jet de la groſſeur d'une

XX. LEÇON.

petite plume à écrire ; lorſqu'elle ſera électriſée, elle ſe diviſera en une infinité de jets divergents, tous électriques & capables d'étinceller; & à l'endroit de leurs diviſions, on verra briller huit ou dix aigrettes de matiere enflammée, arrangées autour de la colonne d'eau, & formant une eſpece de goupillon de lumiere. *Voyez* mes *Recherches* ſur la cauſe particuliere des phénomenes électriques, 5e. *Diſcours*, p. 343, Pl. 1. (*fig.* 1.)

CINQUIEME PROPOSITION.

Tous les corps qu'on électriſe ſoit par frottement, ſoit par communication, reçoivent, ou de l'air environnant, ou des autres corps voiſins, une matiere tout-à-fait ſemblable à celle qu'ils lancent autour d'eux.

De tous ceux qui ont écrit ſur l'Electricité, il n'y a perſonne qui ne convienne avec moi que le ſoufre, la cire d'Eſpagne & les matieres réſineuſes, quand on les frotte, ne reçoivent la matiere électrique ou des corps voiſins, ou de l'air ambiant; mais

mais quelques Auteurs ſoutiennent qu'il n'en eſt pas de même du verre, qui, ſelon eux, n'en reçoit uniquement que du corps qui le frotte, & nullement de l'air ni des autres ſubſtances, qui l'approchent, iſolées on non; c'eſt donc par des expériences faites avec du verre, que je dois préférablement prouver ma propoſition, puiſque c'eſt le ſeul point ſur lequel il reſte encore quelque conteſtation.

XV. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Preuves de la matiere électrique affluente au verre électriſé.

TANDIS qu'une perſonne non-iſolée électriſe un globe de verre avec ſes mains, ſi l'on préſente vers l'équateur de ce globe à cinq ou ſix lignes de diſtance de ſa ſurface, tel corps que l'on voudra, comme *A*, ou *B* (*fig.* 12), pourvu qu'il ne ſoit pas de ceux qui ne s'électriſent que par frottement, on voit infailliblement les effets ſuivants.

EFFETS.

1°, On voit entre le corps que l'on

XX. LEÇON.

préſente, & la ſurface du verre, des petites gerbes ou des franges d'une matiere enflammée.

2°, Les rayons qui compoſent ces feux, ſont animés d'un mouvement progreſſif & ſi rapide, qu'il eſt ſouvent accompagné d'un petit bruiſſement.

3°, Ces feux ſont plus ſerrés, plus animés, plus forts du côté du corps qu'on préſente au verre, & vont toujours en ſe raréfiant & s'affoibliſſant, à meſure qu'ils approchent de celui-ci.

Reflexions.

Ces effets bien conſidérés & revus mille & mille fois depuis trente ans que j'électriſe, me font dire avec confiance, que ces franges ou aigrettes lumineuſes ſont des courants de matiere électrique qui coulent de ces corps que l'on préſente, vers le globe que l'on frotte : cela me paroît d'une telle évidence, que je m'en rapporterois volontiers aux yeux de tous ceux qui en voudront juger par eux-mêmes en ſe faiſant repréſenter l'expérience que je viens de citer:

mais le fait dont il s'agit ici eſt contraire à un ſyſtême d'Electricité, que quelques perſonnes s'efforcent encore de ſoutenir; on me le nie ſans façon, en aſſurant que les franges lumineuſes de notre expérience ont une direction toute oppoſée à celle que je leur attribue, & qu'elles ſont uniquement compoſées de la matiere électrique qui ſort du globe, pour ſe jetter dans les corps que l'on met à ſa portée.

Que puis-je faire de mieux en faveur du Lecteur qui ne ſera point à portée d'examiner les effets par lui-même, que d'oppoſer à la prétention de deux perſonnes qui ne ſont point de mon avis, le témoignage unanime de tous les Auteurs qui ſe ſont le plus diſtingués dans cette partie de la Phyſique? C'eſt une maxime reçue parmi nous, que les raiſons valent mieux que des autorités; mais les autorités ſont des raiſons quand il s'agit de faits à vérifier.

M. Wilſon, dans un Ouvrage imprimé en Anglois en 1746, après avoir expliqué quelques phéno-

XX. LEÇON.

menes électriques, continue ainſi; ſuivant une Traduction que je tiens d'une main non ſuſpecte : « On expliquera de la même maniere, une » autre expérience faite dans une » chambre obſcure, ſavoir, *la lumiere » divergente qui ſort d'un corps non-» électrique, tendant au globe de verre » qu'on électriſe* ».

M. Waitz, dans ſa Diſſertation, qui a remporté le prix de Berlin en 1745 : « Si l'on fait tourner rapide-» ment, dit-il, un globe de verre ou de » porcelaine, & qu'on le frotte avec » un couſſin, il s'électriſera ; & alors, » *ſi l'on approche de ſa ſurface, le doigt, » ou un morceau de métal, on verra » ſortir de ces corps pluſieurs ruiſſeaux » de feu qui feront entendre une ſorte de » ſifflement*. Trad. de l'Allemand.

Dans un Ouvrage de M. Winkler, imprimé à Leypſick en 1746, & intitulé : *De la vertu électrique de l'eau électriſée dans des vaſes de verre*, on lit ce qui ſuit : « Quand on approche le » bout du doigt ou un morceau de » métal d'un vaiſſeau de verre, plein » d'eau qu'on électriſe, on voit » même pendant le jour, *une lu-» miere qui s'écoule de ces corps.* »

M. Watſon, dans le Mémoire qui a pour titre : *Suite des expériences & obſervations, pour ſervir à l'explication de la nature & des propriétés de l'Electricité*, s'exprime ainſi : « Le courant » de matiere électrique, *qui va des* » *corps non-électriſés à ceux qui le ſont*, » devient ſenſible au tact ; on le ſent » comme le ſouffle d'un vent frais ». XX. LEÇON.

M. Boze, dans ſon 3e Mémoire intitulé : *De Electricitate inflammante & beatificante*, imprimé en 1744, parle en ces termes : « *Globus è contra* » *cuſpidibus manus tangitur ; ibi in loco* » *obſcuro attentè adhibeas oculos ; vi-* » *debis, non totam digitorum lucere* » *extremitatem quæ immediatè à globo* » *raditur, ſed eſſe fluxum punctulorum,* » *filorum quaſi ſubtilium decem, viginti* » *in cute orientium* ».

Voici de quelle maniere s'exprimoit le feu P. Gordon dans ſes Eléments de Phyſique expérimentale, page 252 : *Si digitus aut aliud corpus propius accedat corpori giranti, è corpore illo admoto lux versùs corpus electricum quaſi erumpere & cum ſtridore & ſibilo in illud ferri obſervatur.*

Dans une Diſſertation du P.

XX. Leçon.

Beraud, couronnée par l'Académie de Bordeaux en 1748, on lit ces paroles: « Si on électriſe fortement » un globe de verre, & qu'on ap» proche de ce globe, à la diſtance » de trois ou quatre lignes, un mor» ceau de métal, le bout du doigt, » &c, *on voit auſſi-tôt jaillir de ces* » *corps, des traits de flamme*, par la » raiſon que j'ai dite dans l'article » précédent ».

Le feu P. Garo, Minime & Profeſſeur de Phyſique expérimentale à Turin, dans une Lettre imprimée en 1753, repréſentoit ceci au P. Beccaria des Ecoles pies, & ſon Succeſſeur: « Eſſendo al bujo accoſterete » un dito al vetro ſtropicciato, chia» ramente vedrete la lucente elet» trica materia portarſi continua» mente dall' voſtro dito al vetro ».

Il parut à Veniſe, en 1746, un Ouvrage anonyme, mais de bonne main, intitulé: *dell Ellettriciſmo*. On y lit, p. 310: » Se dunque ad una » palla di vetro che ſi fa girare dalla » machina, quando s'avvicina un » dito, eſce prima adeſſa una colonna » di luce che s'alza colla punta d'alla

» ſuperficie della palla, per toccar
» la colonna lucente che gli vien in
» contro, &c ».

XX. LEÇON.

A toutes ces citations qui n'ont pas beſoin de commentaires, puiſqu'elles contiennent formellement l'énoncé de ma propoſition par rapport au verre électriſé, je pourrois joindre les témoignages de MM. Haukesbée, Jallabert, du Tour, le Cat, de Romas, &c; mais je m'en abſtiens pour abréger, & je finis par un certificat qui fera connoître que j'ai pris toutes les précautions que j'ai pu imaginer, pour ne point me tromper ſur le fait que je ſoutiens ici.

Extrait des Regiſtres de l'Académie Royale des Sciences.

Du 23 Août 1752.

» M. l'Abbé Nollet ayant demandé
» des Commiſſaires pour être témoins
» de pluſieurs expériences qu'il avoit
» faites concernant l'Électricité, l'A-
» cadémie nomma MM. Bouguer, de
» Montigny, de Courtivron, Dalem-
» bert & le Roy, qui ayant été pré-
» ſents aux expériences contenues au
» Journal qu'il en a lu, atteſterent

XX. LEÇON.

» unanimement que les réſultats leur
» avoient paru tels que M. l'Abbé
» Nollet les a énoncés ; en foi de
» quoi j'ai ſigné le préſent certificat,
» après avoir paraphé le journal dont
» il s'agit. A Paris, le 2 Septembre
» 1752 ».

Signé, GRANDJEAN DE FOUCHY, *Secretaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.*

Or le Journal dont il s'agit dans ce Certificat, eſt celui qui eſt imprimé à la fin du premier vol. de mes Lettres ſur l'Electricité ; voici ce que contient l'article 21. « Un homme s'électriſa ſur un gâteau de réſine, en » tenant dans ſa main la bouteille » de Leyde, tandis qu'on tiroit des » étincelles de ſon crochet : cet » homme, en cet état, préſenta ſes » doigts à un demi-pouce près du » globe de verre que l'on frottoit, » *& l'on en vit couler des jets de feu* » *continus, comme il arrive à ceux qui* » *ne ſont point électriſés* ».

En concluant de toutes ces preuves, que le verre & en général tous les corps électriſés par frottement, re-

çoivent la matiere électrique de tous les autres corps qui ſont près d'eux, il ne faut point oublier la reſtriction que j'ai miſe à ma propoſition, en excluant toutes les ſubſtances qui ne ſont pas propres à être *conducteurs*; en effet, le verre, le ſoufre, la cire d'Eſpagne, les réſines, &c, quand on les préſente au globe ou au tube électriſé, ne font voir que peu ou point du tout de ces feux dont nous avons fait mention dans les réſultats de la derniere expérience, & ils n'en produiſent pas davantage quand on les met vis-à-vis des conducteurs iſolés que l'on électriſe.

XVI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Il faut répéter ici la 4e expérience du 3e article de la ſection précédente, dont l'appareil eſt repréſenté par la *figure* 5, & obſerver de nouveau tous les réſultats dont j'ai fait mention avec quelques circonſtances que je vais y ajouter.

XX. LEÇON.

Effets.

1°, La matiere électrique qui ſort du doigt de la perſonne non-iſolée, s'annonce d'une maniere non équivoque par le petit ſouffle qui ſe fait ſentir à la main de la perſonne qu'on électriſe.

2°, Par les rayons de matiere lumineuſe qu'on voit ſortir de ce même doigt, & qui deviennent ſouvent aſſez forts & aſſez alongés pour former une aigrette.

3°, Par les traits de feu qu'il lance en avant, quand il eſt à une certaine proximité de la main électriſée. Et ſi l'on a peine à décider duquel des deux corps vient le trait de feu, à cauſe de ſa prompte éruption, on pourra ſubſtituer au doigt non-iſolé une pointe de métal un peu fine; par ce moyen, l'étincelle ſera plus petite, mais on la verra très-diſtinctement partir de la pointe.

4°, Par l'inflammation de l'eſprit-de-vin; car ſi l'on imaginoit que le doigt non-iſolé ne contribue en rien à cet effet, qu'il ne fournit

rien du feu qui éclate, on pourroit aiſément ſe détromper, en lui ſubſtituant un bâton de cire d'Eſpagne, qui certainement n'enflammera pas la liqueur comme lui.

5°, Par l'odeur de phoſphore que le corps non-iſolé répand quelquefois, lorſque la vertu électrique eſt excitée à un certain degré; car cette odeur reſſemble parfaitement à celle des aigrettes qui partent des conducteurs qu'on électriſe.

6°, Enfin, au lieu du doigt d'un homme non-iſolé, on peut préſenter à la main électriſée tel corps que l'on voudra, pourvu qu'il ſoit de la claſſe de ceux qu'on appelle *Conducteurs*, parce qu'ils s'électriſent mieux par communication que par frottement: & l'on obtiendra de même tous les effets dont je viens de faire mention, avec la ſeule différence du plus ou moins, les uns étant plus ou moins propres que les autres à fournir la matiere électrique au corps iſolé, ſur lequel on fait agir le globe.

OBSERVATIONS.

Lorſque la matiere électrique ſe

XX. LEÇON.

rend ſenſible comme dans l'expérience que je viens de rapporter, on peut juger immédiatement de ſon exiſtence & de ſes mouvements : mais quand elle n'eſt ni aſſez abondante ni aſſez animée pour ſe faire ſentir par elle même, c'eſt dans ſes effets que nous devons l'étudier. Nous voyons des écoulements lumineux aux extrémités, aux pointes, ou aux angles d'une barre de fer qu'on électriſe, & nous concluons en toute ſûreté que la matiere électrique ſort & ſe diſſipe par-là. Nous voulons ſavoir enſuite ſi cette barre électriſée n'auroit point aux autres endroits de ſa ſurface, des émanations de cette même matiere, mais moins animées, & que nos yeux ne peuvent appercevoir ; & d'une voix unanime, nous décidons qu'il y en a, parce que tous les corps légers qu'on place deſſus, ſont enlevés dans l'inſtant même qu'elle devient électrique.

Or, quand je vois de pareils corps ſe précipiter de toutes parts, ſur cette même barre, tandis que l'on continue de l'électriſer, ne puis-je pas dire avec autant de raiſon, qu'ils me dé-

célent la préſence & l'action d'une matiere inviſible qui vient des corps voiſins ou de l'air ambiant, à la barre de fer électriſée ; ſur-tout quand je ſai d'ailleurs que tous ces corps qui avoiſinent celui qu'on électriſe, étant rapprochés davantage, lui lancent d'une maniere très-apparente des torrents de matiere électrique ?

XX. LEÇON.

Et comme ces attractions apparentes ou plutôt ces appulſions des corps légers au corps électriſé, ſe font en toutes ſortes de ſens, nous avons tout lieu de penſer que cette matiere inviſible qui vient de toutes parts au corps électriſé, au travers de l'air qui l'entoure, forme autour de lui une infinité de rayons convergents dont il eſt comme le terme commun.

XX. LEÇON.

SIXIEME PROPOSITION.

Tout corps électriſé par frottement, ou tout conducteur iſolé qu'on électriſe, a autour de lui une atmoſphere de ce fluide qu'on nomme matiere électrique, dont les rayons animés d'un mouvement progreſſif, vont en deux ſens oppoſés, les uns partant du corps électriſé pour ſe porter aux environs, les autres venant à lui, de l'air ou des autres corps qui ſont autour de lui.

Cette propoſition a deux membres que j'ai déja prouvés l'un après l'autre ; j'ai fait voir d'une part, que la matiere électrique ſort du corps qu'on électriſe, en forme de rayons divergents, & que ces effluences ou émanations continuent autant de temps que dure l'Electricité ; d'un autre côté, j'ai établi par des expériences concluantes, que l'air & les autres ſubſtances qui ſont aux environs & à une certaine proximité, fourniſſent à ce même corps une matiere ſemblable à celle qu'il perd, & que cet effet commence & ceſſe avec la vertu électrique ; mais ce que j'ai ſpécialement en vue préſen-

tement, c'eſt de faire voir, par des preuves & par des raiſons inconteſtables, la ſimultanéïte de ces deux effets, laquelle eſt de la plus grande importance dans cette matiere, & que j'ai peine à faire goûter à des gens prévenus pour certains ſyſtêmes qui ne peuvent quadrer avec ce fait.

XVII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Preuves de la ſimultanéïté des deux courants de matiere électrique.

ELECTRISEZ bien un tube de verre & une barre de fer iſolée convenablement; préſentez ſous l'un & ſous l'autre des fragments de feuilles d'or ou de cuivre, placés ſur une table de bois bien unie & bien eſſuyée, comme dans la 1ere expérience, & examinez bien attentivement comment ſe font les attractions & répulſions.

EFFETS.

En répétant cette expérience pluſieurs fois & en différents temps, vous reconnoîtrez infailliblement que le même côté & les mêmes endroits du corps électriſé attirent & repouſſent en même temps, je ne

XX. LEÇON.

dis pas le même corpuſcule, cela implique contradiction, mais pluſieurs d'entr'eux placés à côté les uns des autres, de maniere que vous verrez deſcendre les uns, tandis que les autres monteront au tube ou à la barre de fer.

Si ces petits corps ſe meuvent en vertu de la matiere électrique qui les pouſſe, il faut bien que cette matiere ſe meuve elle-même en deux ſens opposés, puiſqu'elle fait monter les uns & deſcendre les autres; & ces mouvements contraires ayant lieu en même temps, on doit convenir que les deux portions de matiere électrique qui les produiſent, agiſſent en même temps avec des directions opposées.

XVIII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Laiſſez tomber ſur un tube de verre électriſé, une petite feuille de métal, ou du duvet de plume, & attendez que ce petit corps ſoit repouſſé en l'air, & y demeure flottant au-deſſus du tube, comme dans

la

la ſeconde exp. du 3e article de la 1ere ſection.

EFFETS.

Pendant tout le temps que le tube, par ſa répulſion, ſoutiendra la petite feuille de métal à plus d'un pied de diſtance au-deſſus de lui, ce même tube ne ceſſera d'attirer d'autres corps à quelque endroit de ſa ſurface que vous les préſentiez. Voyez la *fig.* 13.

Voilà donc encore des attractions & des répulſions ſimultanées, qui indiquent clairement que la matiere électrique agit en même temps en deux ſens oppoſés autour du même corps électriſé.

XIX. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Répétez la 4e & la 5e expériences de cette ſection, & préſentez tel corps que vous voudrez & à quelque endroit que ce ſoit de la barre de fer qui ſert de conducteur.

EFFETS.

Vous obſerverez qu'il y aura attraction par tout, tandis que la liqueur ou

XX. LEÇON.

le ſon de farine ſera enlevé. (*fig.* 14).

Remarquez de plus que les parties les plus menues du ſon, qui reſtent comme fixées ſur la barre de fer, ont bien l'air d'y être retenues par des filets de matiere électrique affluente, qui percent ces petits corps pour rentrer dans le fer ; car il n'eſt gueres poſſible d'imaginer qu'ils repoſent tous ſur des parties ſolides du métal, & qu'il n'y en ait pas un grand nombre à l'embouchure de ſes pores.

XX. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Préparez cette expérience comme la 14ᵉ, & qu'une perſonne non-iſolée prenant en ſa main un petit vaſe plein d'eau, & garni tout autour de petits tubes, par leſquels la liqueur s'écoule goutte à goutte, le préſente ſucceſſivement à tous ceux qui ſont électriſés ſur le conducteur.

EFFETS.

Vous verrez, 1°, que l'écoulement du petit vaiſſeau non-iſolé *C*, (*fig.* 15) s'accélérera & ſe diviſera en

pluſieurs petits jets divergents, comme ceux qui tiennent au conducteur. 2°, Vous remarquerez que cet effet n'a lieu que pour les écoulements qui ſe font vis-à-vis des corps électriſés ; & que les autres, quoique venant du même vaiſſeau, continuent de ſe faire goutte à goutte.

Puiſque l'on attribue l'accélération des écoulements électriſés aux émanations précipitées de la matiere électrique, on eſt également fondé à dire que ceux qu ſ'accélerent de même vis-à-vis d'un conducteur qu'on électriſe, doivent cette augmentation de mouvement à une cauſe ſemblable ; & l'on peut ſ'en aſſûrer encore en examinant dans un lieu privé de lumiere, le bout du tube par où ſe fait l'écoulement : on y voit ordinairement un point lumineux qui indique aſſez clairement l'éruption de la matiere électrique.

XXI. Expérience.

Il faut iſoler dans une ſituation horizontale, un tuyau de fer-blanc ou de carton couvert de papier doré, qui ait 3 ou 4 pouces de diametre,

XX. LEÇON.

ou davantage ſi l'on veut, & environ 6 pieds de longueur; que l'on attache ſur toute la ſurface extérieure de ce tuyau, des petites houppes de filaſſe ou de fil très-fin, en ſi grand nombre qu'on voudra, & longues de 4 à 5 pouces; que l'on faſſe paſſer ce conducteur ainſi préparé par le centre d'un cercle de fer non-iſolé, de 2 pieds ou environ de diametre, & garni dans toute ſa circonférence de houppes ſemblables à celles dont je viens de parler, & eſpacées de 3 en 3 pouces.

Effets.

Si l'on électriſe alors le tuyau, on verra, 1°, toutes ces houppes ſe dreſſer autour de lui & ſur toute ſa longueur, & former autant d'aigrettes épanouies & ſemblables par la figure à celles que nous fait voir ordinairement la matiere électrique, quand elle devient lumineuſe.

2°, En même temps, toutes les houppes du cercle de fer ſe dirigeront vers le tuyau électriſé, comme vers leur centre commun. Voyez la *fig.* 16.

Ces deux effets auront toujours

lieu, quoiqu'on faſſe changer de place au cercle, en le faiſant aller & venir ſuivant toute la longueur du tuyau.

3°, Et ſi quelqu'un ſe donne la peine de multiplier les cercles, & d'en établir tel nombre qu'il voudra d'un bout à l'autre du tuyau-conducteur, il verra faire à chacun d'eux en même temps, ce que je viens de dire d'un ſeul.

Si les attractions apparentes & les répulſions par leſquelles on voit toutes ces houppes de part & d'autre ſe diriger les unes vers le tuyau, les autres vers le cercle, ſont des indices ſuffiſants d'une matiere inviſible qui les entraîne, il faut convenir, à l'inſpection de ces effets, que cette matiere eſt partagée en deux courants qui ſe meuvent en même temps en ſens contraires; je dis en même temps; car ſi elle ne faiſoit que ſortir du conducteur pour y rentrer, les houppes ou les filaments qu'elle dirige en les enfilant, ſe reſſentiroient néceſſairement de ces allées & de ces retours; nous les verrions alternativement ſe dreſſer dans un ſens & dans l'autre; leur tendance ne feroit

XX. LEÇON.

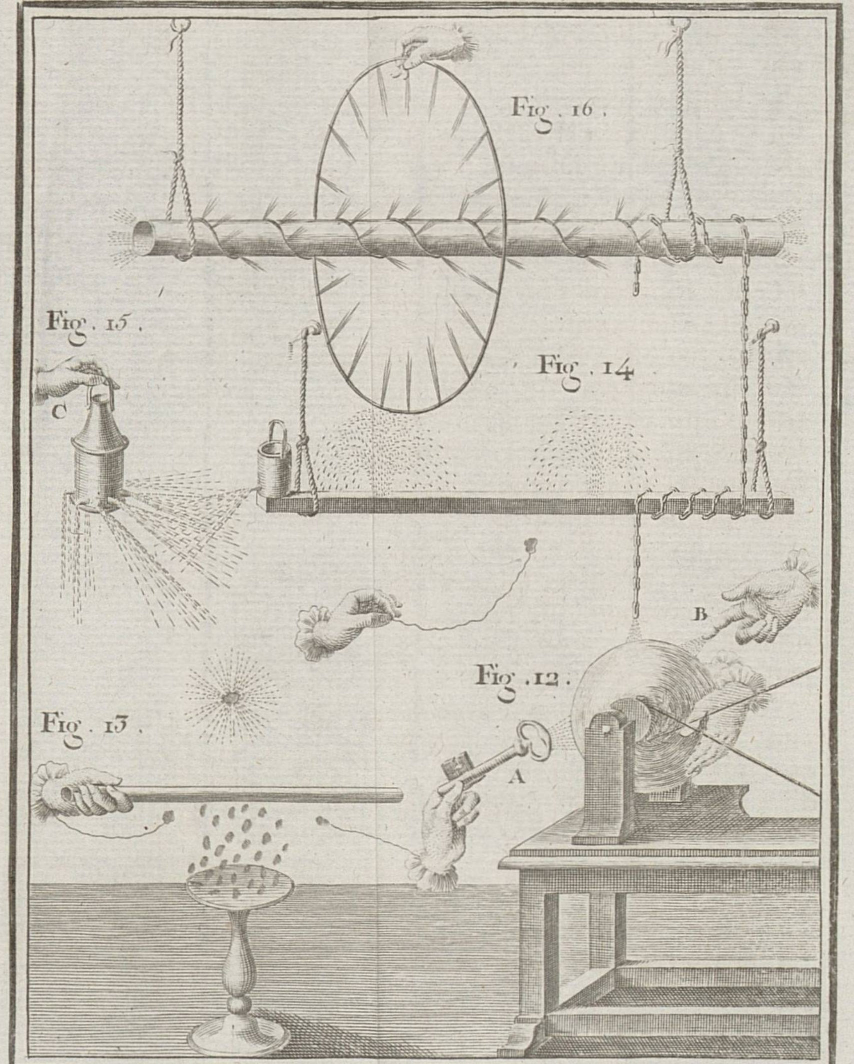
pas conſtante comme elle l'eſt.

Le tableau que forment les houppes du cercle avec celles du tuyau électriſé, repréſente aſſez bien aux yeux l'idée que je me ſuis faite des atmoſpheres électriques : après avoir bien réfléchi ſur les phénomenes, je crois qu'elles ſont compoſées de rayons dirigés en ſens contraires, & que chacun d'eux eſt véritablement animé d'un mouvement de tranſlation, comme un jet de liqueur qu'on fait ſortir avec précipitation par un trou fort étroit, ou qui traverſe un milieu aſſez perméable pour le laiſſer jouir d'une grande vîteſſe : car je ne puis croire que ces atmoſpheres reſſemblent, comme quelques Auteurs nous l'aſſurent, à des vapeurs accumulées ; cette façon de les concevoir me paroît abſolument incompatible avec tout ce que l'expérience nous met ſous les yeux ; j'en dirai quelque choſe de plus dans la IIIe Section.

XXII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Electriſez, avec un globe de verre,



Gobin del. et Sculp.

une verge de fer iſolée, dont le bout le plus reculé du globe ſoit terminé en pointe, & qu'une perſonne non-iſolée préſente une autre pointe de métal à celle qu'on électriſe.

XX. LEÇON.

EFFETS.

Si l'expérience ſe fait dans un lieu obſcur, on voit à chacune des deux pointes, une aigrette lumineuſe : & ces deux eſpeces de cônes de lumiere ſe joignent par leurs baſes, quand on les approche aſſez près l'un de l'autre. *F*, (*fig.* 9).

OBSERVATIONS.

Perſonne ne conteſte que l'aigrette, qu'on apperçoit à la pointe du conducteur iſolé, ne ſoit un véritable écoulement de la matiere électrique, qui ſe porte du dedans au-dehors; mais quoique le feu de l'autre pointe ſoit de la même forme, compoſé de rayons ſemblables, & animé d'un mouvement progreſſif en avant aſſez ſenſible ; parce qu'il eſt ordinairement plus petit, il y a quelques Auteurs électriſants qui ſe perſuadent, & qui veulent perſuader aux autres, que ce n'eſt point une aigrette ſemblable à l'autre ; ou que

Conteſtation ſur l'aigrette de la pointe non-iſolée de l'expérience précédente.

XX. LEÇON.

ſi c'en eſt une, elle eſt uniquement compoſée de rayons convergents à la pointe, & qu'au lieu d'en ſortir, ils ne font que s'y précipiter.

Faits & raiſonnements qui prouvent que ce feu eſt une matiere affluente au conducteur.

Mais pour ſe convaincre du peu de fondement de cette prétention, on n'a qu'à examiner ce petit feu avec un verre lenticulaire, ſi les yeux ſeuls ne ſuffiſent pas, & l'on verra diſtinctement que les rayons de cette petite aigrette ſe portent en avant, & qu'ils vont à la rencontre de ceux qui viennent de la pointe électriſée.

Et ſi cette obſervation ne ſuffiſoit point encore, on diſſiperoit entiérement ſes doutes, en expoſant devant la pointe non-iſolée la flamme ou la fumée d'une petite bougie, qui ne manqueroit pas d'être ſoufflée en avant par la matiere électrique qui produit l'aigrette dont il eſt ici queſtion. Une pointe creuſe & chargée de quelque liqueur, prouvera encore d'une maniere inconteſtable ce que je ſoutiens ici.

Alléguer qu'en pareil cas, la fumée, la flamme, les liqueurs ſont portées en avant par l'air agité, ſans dire comment cela peut arriver : ou que

que ce qui produit ces effets eſt un fluide inconnu qui ſort de la même pointe en même temps que la matiere électrique y entre ; c'eſt oppoſer à l'évidence des fictions obſcures qui n'ont point de vraiſemblance, & qui ne peuvent être goûtées que par des gens prévenus pour quelque ſyſtême. XX. LEÇON.

Au reſte, ſi c'eſt une choſe reconnue de tout le monde, que les feux électriques qui paroiſſent aux pointes, ſont d'autant moins marqués que ces pointes ſont plus fines, quand nous voulons bien ſincérement ne nous point tromper, ni tromper les autres ſur la nature, la forme & les mouvements de ces feux, pourquoi faire nos épreuves de préférence avec les corps qui nous les rendent comme imperceptibles ? que ne rendons-nous ces pointes plus groſſes & plus mouſſes ; que ne mettons-nous en préſence l'un de l'autre, le doigt d'un homme non-iſolé, & celui d'un autre homme qu'on électriſe : or il eſt certain que ſi l'on fait l'expérience de cette maniere, on n'aura pas beſoin de verre qui

XX. LEÇON.

groſſiſſe les objets pour appercevoir quelle direction tiennent les feux de part & d'autre ; la grandeur de leurs rayons, leurs éruptions intermittentes, le vent qu'ils feront ſentir, ne laiſſeront ſur cela aucune équivoque.

Mais quand on s'obſtineroit à n'employer que des pointes très-fines, & que par-là on parviendroit à rendre le feu électrique ſi petit, qu'on ne pût pas juger s'il entre ou s'il ſort de celle qui n'eſt point iſolée, que gagneroit-on par-là contre moi ? Rien, ſinon que de pareilles pointes ne ſont pas propres à prouver ni pour ni contre la propoſition générale par laquelle je dis que tout corps électriſable par communication, mais non-iſolé, fournit de la matiere électrique au corps iſolé qu'on électriſe : l'indéciſion des pointes ne tireroit jamais à conſéquence contre les autres corps dont les effets ſont viſibles & hors de conteſtation ; au contraire, la généralité & l'évidence de ceux-ci nous autoriſeroit à préſumer d'elles des phénomenes ſemblables, s'ils pouvoient devenir aſſez ſenſibles.

SEPTIEME PROPOSITION.

La matiere électrique qui ſort d'un conducteur iſolé par toutes les parties de ſa ſurface qui n'aboutiſſent point au globe, vient au moins en partie, & immédiatement de ce globe, & du corps qui le frotte.

XXIII. EXPÉRIENCE.

Qu'on électriſe de ſuite, & autant de temps qu'on voudra, un conducteur quelconque, iſolé convenablement.

EFFETS.

On ne voit point tarir les émanations électriques : elles durent au moins autant que le frottement du globe qui les fait naître. J'aurai occaſion par la ſuite de citer des expériences dans leſquelles ces effets ont été ſoutenus pendant 5 à 6 heures ſans interruption & ſans diminution ſenſible des effluences électriques.

XXIV. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Frottez un globe ou un tube de verre dans un temps convenable à l'Electricité, & laiſſez-le iſolé pendant un quart-d'heure, & même da-

XX. LEÇON.

vantage : après cela approchez-le d'un homme ou d'une verge de fer en état de recevoir la vertu électrique.

EFFETS.

En procédant ainſi, vous électriſerez infailliblement le conducteur, & il en donnera des marques par des effluences ſenſibles de matiere électrique : il repouſſera, par exemple, les corps légers que vous placerez ſur lui ; & s'il y a quelques parties pointues à ſa ſurface, il en ſortira des aigrettes lumineuſes.

XXV. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Il faut électriſer pluſieurs fois de ſuite le même conducteur avec le même globe, & faire durer également l'électriſation pour chaque expérience ; mais dans les unes, il faut faire frotter le globe par un homme iſolé ; & dans les autres, par le même homme communiquant avec le plancher, & avec tous les autres corps.

EFFETS.

Vous remarquerez conſtamment que dans le dernier cas l'Electricité eſt bien plus forte & plus durable

que dans le premier : dans celui-ci, les émanations électriques du conducteur ſont languiſſantes, & vont en s'affoibliſſant de plus en plus ; dans l'autre, elles ſont bien plus marquées, & ſe ſoutiennent autant de temps que dure l'électriſation.

OBSERVATIONS.

Des expériences que je viens de rapporter il réſulte trois choſes, 1°, que les émanations électriques du conducteur iſolé ne viennent point de ſon propre fonds, puiſqu'il ne s'épuiſe point par ces écoulements, quelque temps qu'on les faſſe durer ; 2°, que le corps électriſé par frottement, eſt en état par lui-même d'animer & d'entretenir, du moins pendant un certain temps, les effluences électriques, puiſque ſéparé du corps qui l'a frotté, il eſt en état tout ſeul de produire cet effet ; 3°, que le couſſin ou le corps qui frotte, fournit une bonne partie de cette matiere qui s'écoule par le conducteur iſolé, puiſque les émanations de celui-ci ſont moins abondantes, & moins durables avec un frottoir

XX. LEÇON.

iſolé, qu'avec ce même corps lorſqu'il fait partie d'une plus grande maſſe : & l'on a vu dans le 2d Article de la 1ere Section, que les meilleurs frottoirs ſont ceux qu'on fait avec des ſubſtances les plus capables de fournir la matiere électrique, ſoit qu'ils en contiennent davantage, ſoit qu'ils la tranſmettent plus facilement.

Mais le globe, ni le corps qui le frotte, ne fourniſſent point de leur propre fonds toute cette matiere qui paſſe par le conducteur iſolé pour ſe répandre au-dehors ; ils la tiennent eux-mêmes ou de l'air qui les environne ou des autres corps qui ſont capables & à portée de leur en fournir ; cela s'apperçoit aiſément par les attractions apparentes que l'un & l'autre exercent ſur tout ce qu'il y a autour d'eux d'aſſez léger pour ſe laiſſer entraîner ; les duvets de plume, les feuilles de métal, les boulettes de coton, ſe précipitent ſur le globe, & ſur le couſſin qui le frotte, pourvu que celui-ci ſoit iſolé ; & s'il ne l'eſt pas, il ſert de canal à la matiere électrique qu'il tire des corps avec leſquels il communique ;

& il la rend viſiblement ſous la forme d'aigrettes, par celles de ſes parties qui ne touchent pas tout-à-fait au verre frotté : c'eſt une obſervation que chacun peut faire en frottant le globe dans un lieu privé de lumiere; il verra ſouvent ces feux électriques s'élancer du bout de ſes doigts vers le globe, s'il le frotte avec la paume de ſa main.

XX. LEÇON.

La matiere électrique effluente du conducteur iſolé vient donc immédiatement du globe & du couſſin qui le frotte, & originairement de l'air qui les touche ou des autres ſubſtances qui ſont à portée de la leur fournir, comme je l'ai avancé & prouvé; mais que devient celle qui eſt affluente à ce même conducteur, celle qui ſe rend à lui de toutes parts, & qui ne ceſſe d'y arriver pendant tout le temps que l'on ſoutient l'électriſation? car il faut que cette matiere paſſe au-dehors du conducteur après y être entrée, ſans quoi il en regorgeroit à la fin, & il ne pourroit plus en recevoir, ce qui n'arrive jamais. Voici la Réponſe à cette queſtion.

XX. LEÇON.

HUITIEME PROPOSITION.

La matiere électrique qui vient de toutes parts au conducteur iſolé, & que j'ai nommée matiere affluente, *ou* affluences électriques, *ſe rend auſſi en grande partie au globe & au corps qui le frotte, d'où elle paſſe dans l'air environnant, ou dans les autres corps contigus.*

XXVI. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Obſervez attentivement la frange lumineuſe qui paroît toujours à l'extrémité du conducteur iſolé, qui aboutit au globe : il faut, pour bien faire, que le conducteur ſoit une barre de fer de 5 à 6 pieds de longueur, & un peu platte par le bout qui répond au globe ; ou que ce ſoit un homme qui préſente le bout de ſes doigts à 7 ou 8 lignes au-deſſus de la ſurface du verre, & à 2 ou 3 pouces de diſtance du frottoir; le globe tournant de maniere que les parties frottées paſſent par la voie la plus courte au conducteur : il eſt à propos auſſi que cette expérience ſe faſſe dans un lieu bien obſcur.

Effets.

Vous verrez que la frange lumineuſe, dont il eſt ici queſtion, eſt un véritable écoulement de matiere électrique qui ſe porte au globe : tous ceux qui n'ont point épouſé de ſyſtême incompatible avec ce fait, l'ont vu & rendu tel que je viens de l'énoncer ; mais quoiqu'il ſoit de la plus grande évidence, j'ai été obligé de prendre quelques précautions pour empêcher qu'on ne l'obſcurcît, & qu'on ne le rendît douteux pour ceux qui ne feroient point à portée de le voir par eux-mêmes : voici un Extrait des Regiſtres de l'Académie des Sciences qui fera voir qu'il a été dûement vérifié.

« M. l'Abbé Nollet ayant demandé des Commiſſaires pour être témoins de pluſieurs expériences concernant l'Electricité, l'Académie nomma MM. Deparcieux, Fougeroux, Bézout, Tillet & Briſſon, qui ont atteſté unanimement que les réſultats de ces expériences, auxquelles ils ont aſſiſté, étoient tels que M. l'Abbé Nollet les a

XX. LEÇON.

» énoncés dans le Mémoire qu'il a
» lu à l'Académie ; en foi de quoi
» j'ai ſigné le préſent Certificat. A
» Paris, ce 19 Avril 1760 ».

Signé GRANDJEAN DE FOUCHY, *Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.*

Or le Mémoire dont il eſt fait mention dans le certificat, eſt imprimé tout au long à la fin du ſecond volume de mes Lettres ſur l'Electricité, avec approbation de l'Académie ; & on y lit, à l'article 16, ce qui ſuit :

» On prit pour conducteur une
» barre de fer quarrée de 6 pieds
» de longueur, & dont chaque face
» avoit environ 8 lignes de largeur :
» on fit aboutir une de ſes extrémités
» à un demi-pouce de la ſurface du
» globe, un peu au-deſſus de l'endroit
» où l'on appliquoit la main pour le
» frotter : le fer étant électriſé, on
» en vit ſortir des filets de matiere
» lumineuſe, qui ſe dirigeoient vers
» la ſurface du verre, comme les fran-
» ges de l'exp. 14e (a), & en même

(*a*) L'expérience 14 du même Mémoire.

» temps l'on vit briller à l'autre » bout deux aigrettes bien épa- » nouies, qui ſe faiſoient ſentir » comme un ſouffle ſur la peau, & » qui pouſſoient en avant la flamme » d'une bougie juſqu'à l'éteindre.

XX. Leçon.

» Cette expérience répétée avec » des bâtons de bois vert, avec des » cordes de chanvres mouillées, & » généralement en prenant pour con- » ducteurs, toutes ſubſtances élec- » triſables par communication, a » toujours montré les mêmes effets à » la différence près du plus au moins».

On m'objectera ſans doute ce que j'ai énoncé dans la 7e propoſition; ſavoir, que la matiere électrique vient du globe au conducteur; & l'on inſiſtera en diſant, que le conducteur n'étant à portée du globe, que par cette extrémité même où l'on apperçoit la frange lumineuſe, il faut bien que ce feu ſoit une matiere qui paſſe du globe au conducteur, & non pas, comme je le prétends, du conducteur au globe.

Cette objection eſt ſpécieuſe; mais, dans le fonds, elle n'eſt d'aucune conſéquence contre moi,

Eclairciſſement.

XX. LEÇON.

juſqu'à ce qu'on m'ait prouvé qu'il ne peut y avoir qu'un ſeul courant de matiere électrique entre le globe & le bout du conducteur qui ſe préſente à lui ; car s'il eſt poſſible qu'il y en ait deux, je ne nierai pas qu'il n'y en ait un qui paſſe inviſiblement du globe à la barre de fer, parce qu'il y a des raiſons pour le croire; mais je ſoutiendrai l'exiſtence de celui qui vient du fer au globe, parce que je le vois diſtinctement, & que tout le monde, à deux ou trois perſonnes près, le voit comme moi.

Il faut donc conſidérer la barre de fer électriſée, ou tout autre conducteur iſolé, comme le canal commun de deux courants de matiere électrique, l'un venant du globe & qui fournit toutes ces effluences tant viſibles qu'inviſibles dont j'ai prouvé l'exiſtence ; l'autre venant de l'air extérieur & des autres corps environnants, & qui débouche du côté du globe ſous la forme de frange ou d'aigrette lumineuſe.

Quand une fois il eſt prouvé que les effluences & affluences électriques, exercent leurs mouvements dans la

maſſe d'air qui entoure le globe, pourquoi la même choſe ne ſe paſſeroit-elle pas dans une barre de fer, s'il eſt conſtaté d'ailleurs que le métal, quoique très-compacte, eſt cependant, pour la matiere électrique, un milieu plus perméable que la colonne d'air dont il tient la place ?

XXVII. EXPÉRIENCE.

PREPARATION.

Laiſſez en place la barre de fer de l'expérience précédente, pour ſervir de conducteur, & faites frotter le globe de verre par un homme iſolé.

EFFETS.

Cet homme qui frotte le globe, devient électrique comme un conducteur ordinaire, & en donne des ſignes par toutes les parties de ſon corps ; il attire & repouſſe les corps légers ; il paroît une petite aigrette lumineuſe à la pointe de ſon épée, s'il en a une ; les corps non-iſolés tirent de lui des étincelles ; ſes cheveux ou ceux de ſa perruque deviennent divergents, &c.

XX. LEÇON.

OBSERVATIONS.

Tous ces effets ſont des indices très-certains d'une matiere qui ſort de cet homme, & qui s'exhale dans l'air dont il eſt environné ; & ce qui prouve bien que cette matiere vient en grande partie de la barre de fer iſolée, c'eſt que plus cette barre a de volume, plus l'Electricité du corps frottant devient ſenſible.

Elle le devient encore davantage, quand le conducteur ceſſe d'être iſolé, quand il communique avec de grandes maſſes plus capables que l'air, de lui fournir le fluide qu'il doit tranſmettre au globe : de ſorte que l'on peut prendre pour regle que cette expérience réuſſira d'autant mieux, que le conducteur ſera plus grand que le corps frottant, toutes choſes égales d'ailleurs.

On pourra remarquer que ſi dans l'expérience que je viens de rapporter, l'homme ou tout autre frottoir iſolé porte une pointe de métal qui s'avance dans l air, l'aigrette qu'on en voit ſortir, eſt toujours beaucoup plus petite que ne ſeroit celle d'une

pareille pointe qui feroit partie du conducteur : je dirai ailleurs la raiſon de cette différence, qui eſt réelle & conſtante : mais qu'on y prenne bien garde ; ce petit feu, quoi qu'en diſent quelques perſonnes que ce fait incommode, eſt une véritable aigrette produite par une matiere qui ſort de là pointe, ſans préjudice à celle qui pourroit y entrer en même-temps, & que je ne nie pas ; ſon éruption, quand l'Electricité eſt aſſez forte, ſe fait ſentir par un petit ſouffle qui pouſſe la flamme & la fumée d'une bougie, qui fait frémir les liqueurs qu'on y préſente, & qui accélere les écoulements, quand la pointe eſt creuſe & chargée d'eau ou d'eſprit-de-vin : de telles preuves doivent l'emporter ſur des doutes d'opinion & de ſyſtême.

Eclairciſſements.

En ſoutenant la réalité de cette matiere qui ſort viſiblement de la pointe, je dis que c'eſt ſans préjudice à celle qui peut y entrer ; car en même temps que le corps frottant reçoit par le globe, une partie de la matiere électrique qui vient du conducteur, je penſe bien que celle qu'il continue

XX. LEÇON.

de fournir au globe, il la reçoit de l'air ambiant & des autres corps voiſins; & que, par conſéquent, cette pointe qui fait partie de lui-même, reçoit en même temps qu'elle diſſipe; mais je n'entends pas que ces deux courants oppoſés n'aient qu'un ſeul & même paſſage : quelque fine que ſoit la pointe de métal, c'eſt toujours un corps très-gros eu égard à la ſubtilité du fluide électrique; ſa poroſité peut aiſément ſe partager entre la portion qui entre & celle qui ſort.

Je n'entends pas non plus que toute la matiere électrique affluente, que peut recueillir un conducteur iſolé de grand volume, paſſe au globe; cette frange de matiere lumineuſe que l'on voit déboucher de ce côté-là, ne répond pas, ce me ſemble, à la quantité qu'on peut préſumer qu'il a reçue; je penſe donc qu'une bonne partie de ces affluences, en tombant ſur la longueur du conducteur, traverſe ſon épaiſſeur, & produit des effluences à la partie oppoſée.

Je crois auſſi que tout ce que le

conducteur

conducteur porte au globe n'eſt point rendu ſans déchet au couſſin ; une bonne partie de cette matiere ſe diſſipe dans l'air ou dans les autres corps qui ſont à portée de la recevoir.

XX. Leçon.

J'en dis autant de la matiere que le corps frottant fournit au globe ; le conducteur n'en reçoit que ce qui n'a point été répandu ailleurs pendant la rotation ; c'eſt pourquoi il eſt important de le faire aboutir à un endroit qui ne ſoit point fort éloigné de celui qui eſt frotté par le couſſin ; & de faire tourner le globe de maniere, que les parties frottées arrivent par la voie la plus courte au conducteur qu'on veut électriſer : il faut lire, pour être plus amplement inſtruit, un excellent Ouvrage de M. du Tour, *Sur les différents mouvements de la matiere électrique*, imprimé à Paris, chez Vincent, en 1760; il eſt rempli d'expériences curieuſes & déciſives ſur ce ſujet, & de vues très-ingénieuſes ſur ce qu'il y a de plus délicat & de plus difficile en Electricité.

XXI. LEÇON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

III. SECTION.

Sur la cauſe générale & immédiate des Phénomenes électriques.

XXI. LEÇON. L'ELECTRICITÉ eſt l'effet d'une cauſe méchanique : il n'y a plus qu'un ſentiment ſur cela aujourd'hui, comme je l'ai remarqué au commencement de la 1ère Section. Mais ce méchaniſme, objet de la curioſité de ceux qui voient les phénomenes, & principalement des Phyſiciens qui les ont découverts, eſt encore regardé & annoncé par bien des gens, comme un myſtere impénétrable à l'eſprit humain. Ce n'eſt pas cependant que ce qu'il y a de plus fin-

gulier & de plus important dans cette matiere, ne puiſſe maintenant s'expliquer d'une maniere très-intelligible & vraiſemblable : à force d'analyſer les faits, d'examiner ce qu'ils ont de commun & de particulier, en remontant des plus compoſés aux plus ſimples, nous ſommes enfin parvenus à celui qui eſt comme la ſource de tous les autres ; & ſur les cauſes de celui-ci même, nous ſommes en état d'offrir des conjectures raiſonnables & fondées ſur des analogies très-rapprochées : voilà, je crois, tout ce qu'on peut attendre & exiger de la Phyſique Expérimentale. XXI. Leçon

Mais la plupart des perſonnes à qui nous offrons ces explications, quoiqu'elles les demandent avec une impatience qui va quelquefois juſqu'au reproche, aiment bien mieux, dans le fonds, qu'on leur montre des effets qui les ſurprennent & qui les amuſent, que de leur donner à comprendre des cauſes contre la découverte ou l'intelligibilité deſquelles elles ſont prévenues.

Cette prévention, peu obligeante pour nous, eſt aſſez ſouvent l'ou-

XXI. Leçon.

vrage de la pareſſe ou de l'amour-propre : ce qu'on ne ſe ſent point en état de faire, on penſe volontiers qu'un autre l'entreprendroit vainement. Il eſt plus court & plus commode de dire : Ho ! jamais perſonne n'expliquera cela ; que d'écouter, autant qu'il le faudroit, celui qui dit : Je vous l'expliquerai, ſi vous voulez me ſuivre attentivement & ſans prévention.

Il faut convenir auſſi que tout le monde n'eſt pas en état de comprendre le méchaniſme de l'Electricité, fût-il expliqué de la maniere la plus heureuſe. Il faut au moins être initié dans la connoiſſance des autres effets naturels ; il faut être un peu au fait de la nature des fluides, de leur maniere de ſe mouvoir & de ſe mettre en équilibre, du pouvoir qu'ils ont ſur les autres corps, de ce qui peut réſulter de leur choc & de leurs écoulements, &c. Combien de gens nous demandent la cauſe des phénomenes électriques ; combien d'autres ſe flattent de l'avoir trouvée, & nous l'offrent avec confiance, qui ne ſavent rien de tout cela, & qui

commencent leur Phyſique par où ils la devroient finir, je veux dire, par l'Electricité !

XXI. Leçon.

Je m'attends donc bien que, de tous ceux qui ouvriront ce volume, il y en aura pluſieurs qui ne prendront pas la peine de lire, encore moins d'étudier ce que je vais écrire dans cette 3e ſection ; & ils feront fort bien, s'ils n'ont d'ailleurs quelques connoiſſances de Phyſique, ou s'ils ne ſe ſentent pas le courage de me ſuivre avec attention & ſans préjugé : mais, dans le grand nombre, j'eſpere trouver des Lecteurs judicieux & préparés à cette leçon par celles qui ont précédé : à ceux-ci, j'oſe aſſurer que je ne leur offre rien de pénible à comprendre, & qui ne ſoit très-conforme aux principes univerſellement reconnus, & prouvés dans les cinq premiers tomes de cet Ouvrage.

Ce que je fais touchant le méchaniſme de la vertu électrique, je le tiens de l'expérience ; je me ſervirai de la même voie pour l'enſeigner : je vais retracer en lettres italiques ce que j'ai prouvé dans les deux Sections

XXI. Leçon.

précédentes, relativement aux cauſes les plus générales des phénomenes; & dans le cours de mes explications, je diſtinguerai, par ce même caractere, ce que j'emprunterai de ces vérités prouvées, afin qu'on puiſſe diſtinguer du premier coup d'œil ce qui gît en fait, de ce qui n'eſt que raiſonnement, & régler ſa confiance ſuivant l'un ou l'autre.

PROPOSITIONS FONDAMENTALES, *tirées de l'expérience, & à l'aide deſquelles on peut rendre raiſon de tous les Phénomenes électriques connus juſqu'à préſent.*

I. *L'Electricité eſt l'effet d'une matiere fluide qui ſe meut autour ou au-dedans du corps électriſé.*

II. *Ce fluide n'eſt ni la matiere propre du corps électriſé, ni l'air groſſier que nous reſpirons.*

III. *Il y a tout lieu de croire que la matiere électrique eſt la même que celle du feu élémentaire & de la lumiere, unie à quelque autre ſubſtance qui lui donne de l'odeur.*

IV. *Cette matiere eſt préſente par-tout,*

dans l'intérieur des corps ; comme dans l'air qui les environne.

V. *La matiere électrique excitée ou miſe en action, ſe meut, autant qu'elle peut, en ligne droite, & ſon mouvement, pour l'ordinaire, eſt un mouvement progreſſif qui tranſporte ſes parties.*

VI. *La matiere électrique eſt aſſez ſubtile pour pénétrer au travers des corps les plus durs & les plus compactes.*

VII. *Mais elle ne les pénetre pas tous avec la même facilité. Les corps vivants, les métaux, l'eau, ſont ceux dans leſquels elle paſſe le plus facilement ; le ſoufre, la cire d'Eſpagne, le verre, les réſines, la ſoie, ſont ceux dans leſquels elle a le plus de peine à pénétrer, à moins que ces corps ne ſoient frottés ou chauffés.*

VIII. *L'air de notre atmoſphere n'eſt pas autant perméable pour la matiere électrique, que les métaux, les corps vivants, l'eau, &c.*

IX. *Quand la matiere électrique ſort d'un corps avec beaucoup d'impétuoſité, & qu'elle débouche dans l'air, ſoit qu'elle ſoit viſible on non, elle ſe diviſe en pluſieurs jets divergents, qui forment une eſpece de gerbe ou d'aigrette.*

X. *Un corps électriſé par frottement ou*

XXI. LEÇON.

par communication, lance de toutes parts des rayons de matiere électrique qui s'étendent en ligne droite dans l'air ou dans les autres corps d'alentour.

XI. *Tant que durent ces émanations, une pareille matiere vient de toutes parts au corps électriſé, en forme de rayons convergents.*

XII. *Ces deux courants de matiere électrique, qui vont en ſens contraires, exercent leurs mouvements en même temps; & l'un des deux eſt plus fort que l'autre.*

XIII. *Les pores par leſquels la matiere électrique ſort du corps électriſé, ne ſont pas en auſſi grand nombre que ceux par leſquels elle y rentre.*

XIV. *La matiere qui vient au corps électriſé, ne lui eſt pas fournie par l'air ſeulement, mais par tous les autres corps du voiſinage, qui ſont capables de s'électriſer par communication.*

XV. *La matiere qui ſort du conducteur iſolé par les différentes parties de ſa ſurface, qui n'aboutiſſent point au globe, vient en bonne partie de ce globe & du corps qui le frotte.*

XVI. *La matiere électrique, qui vient de toutes parts au conducteur iſolé, ſe rend*

rend en grande partie au globe & au corps qui le frotte, d'où elle paſſe dans l'air environnant ou dans les autres corps contigus.

XXI. LEÇON.

XVII. *Les corps électriſés par communication, perdent aiſément leur vertu par l'attouchement d'un autre corps non-iſolé.*

XVIII. *Le verre électriſé par frottement ou par communication, ne ſe déſélectriſe pas de même, & peut garder ſon Electricité bien plus long-temps que les conducteurs ordinaires.*

Application que l'on peut faire de ces principes pour expliquer les phénomenes de l'Electricité.

Deux claſſes de phénomenes électriques.

LES Phénomenes de l'Electricité peuvent ſe diſtribuer en deux claſſes: dans l'une, nous renfermerons tous ces mouvements tant alternatifs que ſimultanées, auxquels on a donné les noms d'*attraction* & de *répulſion*, & généralement tout ce qui s'opere par une cauſe qui demeure inviſible.

L'autre comprendra tous les faits qui ſont accompagnés de lumiere, petillements, piquures, inflammation, commotion; car, quoique ces

XXI. LEÇON.

merveilles éclatent à nos yeux ſous des apparences tout-à-fait différentes les unes des autres, & que le peu de relation que nous voyons entr'elles, nous porte à les conſidérer comme autant d'objets indépendans, qui doivent être examinés ſéparément; cependant lorſque l'habitude a diſſipé un certain éclat qui nous éblouit d'abord, & que l'étonnement fait place à la réflexion, on s'apperçoit peu à peu que les effets qui paroiſſoient les moins analogues, ſe rapprochent, & ne ſont le plus ſouvent que des extenſions, les uns des autres, ou les ſuites néceſſaires d'une cauſe commune, mais variées par quelque circonſtance: pour peu qu'on y penſe, on verra que de tous les phénomenes de ce genre, que l'on connoît, il n'en eſt point qu'on ne puiſſe comprendre dans la diviſion que je viens d'établir.

ARTICLE PREMIER
contenant les phénomenes de la premiere Claſſe.

L'attraction électrique & la répulſion.

L'ATTRACTION électrique, ce mouvement par lequel les corps

légers ſe portent comme d'eux-mêmes au corps électriſé, eſt, ſans contredit, de tous les phénomenes électriques, le premier en date; elle a été connue bien des ſiecles avant qu'il fût queſtion des autres effets; & à cet égard elle a mérité de préférence l'attention des Phyſiciens; elle la mérite encore plus par les variations ſingulieres dont elle eſt ſuſceptible, & par les vains efforts que bien d'habiles gens ont faits pour nous en rendre raiſon : ne le diſſimulons pas, ſi quelqu'un vous offre l'explication des phénomenes électriques, & qu'il mette celui-là à part, défiez-vous-en; c'eſt un homme qui a manqué ſon but : ou s'il entreprend de vous l'expliquer, & qu'il ne réuſſiſſe pas, comptez que ce mauvais ſuccès influera ſur tout le reſte. La 1ere choſe qu'il faut faire, c'eſt de bien démêler pourquoi les corps s'approchent & s'éloignent de celui qui eſt électriſé; comment l'attraction ſe change en répulſion; d'où vient que de pluſieurs petits corps ſemblables, les uns ſont attirés, tandis que les autres ſont repouſſés; par quelle

XXI. LEÇON.

cauſe méchanique un corps électriſé attire ce qu'un autre corps électriſé repouſſe, &c. Je dis qu'il faut aſſigner à ces effets une cauſe méchanique; car ſi, à chaque queſtion que je ferai, on me fait naître une vertu répulſive ou une vertu attractive, & que, ſuivant le beſoin, on en multiplie les eſpeces, je n'aurai aucun égard pour tous ces enfants de l'imagination, & je dirai à celui qui les produit, que leur regne eſt paſſé.

PREMIER FAIT.

Un corps électriſé par frottement ou par communication, attire ou repouſſe tous les corps légers & libres qui ſont dans ſon voiſinage.

EXPLICATION.

Pourquoi les corps ſont attirés.

Le corps électriſé lance, de toutes parts, une matiere fluide 10, *qui ſort en forme d'aigrettes* 9, *& qui lui fait une atmoſphere d'une certaine étendue.* Cette matiere effluente, *dont les rayons ſont divergents entr'eux*, eſt en même temps remplacée *par une matiere ſemblable qui vient par des lignes convergentes* 11. Voyez la *Fig.* 17 qui repréſente

une portion annulaire d'un tube ou l'équateur d'un globe environné des deux matieres effluente & affluente.

L'une & l'autre matiere ayant un mouvement progreſſif [5], *& ſimultanée* [12], doit entraîner avec elle tout ce qui lui donne priſe, & qui eſt aſſez libre pour obéir à ſon impulſion.

Mais, comme *ces deux courants de matiere ſe meuvent en ſens contraires* [12], le corps léger qui ſe trouve dans la ſphere d'activité du corps électriſé, doit obéir au plus fort, à celui des deux qui a le plus de priſe ſur lui.

Si le corps léger qu'on veut attirer, eſt d'un très-petit volume ou d'une figure tranchante, comme une feuille de métal, *E* ou *F* (*fig.* 17), il eſt chaſſé vers le corps électrique par la matiere affluente.

Et la matiere effluente ne l'empêche pas d'y arriver, parce que ſes rayons, *qui ſont divergents* [9], ou *les aigrettes diſtantes les unes des autres* [13], ne lui oppoſent que des obſtacles rares & accidentels, à travers leſquels il ſe fait jour.

Une preuve qu'il rencontre des obſtacles, c'eſt qu'il arrive rarement

XXI. LEÇON.

au corps électrique par une voie bien directe ; aſſez ordinairement, c'eſt après pluſieurs détours, qu'on apperçoit d'autant mieux que ce corps léger a plus d'étendue ; j'en atteſte tous ceux qui ſont dans l'habitude de voir & de répéter eux-mêmes ces expériences.

Pourquoi ils ſont repouſſés.

QUAND cette étendue égale ſeulement celle d'un petit écu, il eſt fort ordinaire que le premier mouvement de la feuille ſoit de s'écarter du corps électriſé qu'on lui préſente; & ſi elle commence par s'en approcher, elle ne parvient pas juſqu'à lui ; à une certaine diſtance plus ou moins grande, elle eſt arrêtée ou repouſſée.

C'eſt que la feuille, lorſqu'elle a une certaine largeur, & qu'elle ſe préſente de face, ne peut plus échapper aux rayons des aigrettes, qui ſont toujours plus rares à la vérité que ceux de la matiere affluente, à cauſe *de leur divergence* [9], *& de la diſtance des aigrettes entr'elles* [13], mais qui ont toujours plus de vîteſſe ou de force, ſur-tout à une petite diſtance de leur origine ou de leur éruption.

S'il eſt donc plus ordinaire de voir un corps s'approcher d'abord de celui qui eſt électriſé, que de le voir s'en écarter par ſon premier mouvement, c'eſt que, pour lui donner une légéreté ſuffiſante, on n'emploie communément que des fragments d'un très-petit volume, & d'une figure, le plus ſouvent très-propre à les faire échapper aux rayons divergents des aigrettes; mais on eſt comme ſûr d'avoir un effet tout contraire, quand on prend ſoin de concilier avec la légéreté qui convient, une grandeur & une figure telles, qu'elles laiſſent aſſez de priſe à la matiere affluente.

II. Fait.

Dès que le corps léger qu'on vouloit attirer, a touché le corps électrique, ou qu'il s'en eſt ſeulement approché de fort près, quelque petit que ſoit ſon volume, quelque figure qu'il ait, il s'en écarte conſtamment après.

Ce ſecond fait paroît d'abord contraire à l'explication que je viens de donner du premier. Si la petiteſſe du

XXI. Leçon.

volume a fait échapper le corps attiré, aux rayons de la matiere effluente, pourquoi, dira-t-on, la même cauſe n'a-t-elle plus le même effet après le contact ?

Explication.

C'eſt que cette cauſe ne ſubſiſte plus ; le petit corps a reçu une augmentation de volume, inviſible à la vérité, mais qui n'en eſt pas moins réelle, comme on va le voir.

Pourquoi le même corps qui a été d'abord attiré, ne manque pas d'être repouſſé enſuite.

Quand ce petit corps pouſſé par la matiere affluente, a touché le tube électrique, il eſt électriſé lui-même par communication ; & *un corps électriſé, tel qu'il ſoit, & de telle matiere qu'on l'électriſe, devient tout hériſſé d'aigrettes qui forment autour de lui une atmoſphere de rayons divergents* [10].

Cette atmoſphere augmente donc conſidérablement ſon volume, & le met en priſe aux rayons de matiere effluente, qui le tiennent écarté du tube électrique, autant de temps que l'Electricité ſubſiſte dans l'un & dans l'autre, (*H fig.* 17).

III. FAIT.

Un corps léger que l'on a électriſé, & que l'on tient ſuſpendu ou flottant en l'air par l'action du corps électrique dont il s'eſt écarté, ne manque pas de revenir à ce même corps, auſſi tôt qu'il a été touché du doigt, ou de quelqu'autre corps ſemblable & non-iſolé.

EXPLICATION.

Pourquoi le corps repouſſé revient au corps électrique dès qu'on l'a touché.

L'ATTOUCHEMENT d'un corps non-iſolé, lui fait perdre ſon électricité 17, & par conſéquent cette atmoſphere d'aigrettes qui augmentoit inviſiblement, mais réellement ſon volume; ainſi, après cet attouchement, il ſe trouve dans le même état où il étoit avant que d'avoir été électriſé, & diſpoſé de nouveau, par la petiteſſe de ſon volume ou par ſa figure propre, à ſe laiſſer emporter vers le corps électriſé, en échappant encore, comme la premiere fois, aux rayons divergents de la matiere effluente.

Quand je dis en échappant aux rayons divergents de la matiere effluente, je le répete encore, ce n'eſt pas que je prétende que ce

XXI. Leçon.

corps, tout petit qu'il ſoit, ne rencontre aucun de ces filets de matiere dont le mouvement s'oppoſe au ſien: il en rencontrera, ſans doute; mais, *comme ils ſont rares en comparaiſon de ceux de la matiere affluente* & [13], il donnera plus conſtamment priſe à ceux-ci, & ne ſouffrira qu'un retardement ou une déviation de la part de ceux-là.

IV. Fait.

Les corps électriſables par communication, mais qui ne ſont point iſolés, attirent les petits corps électriſés qui ſe préſentent à eux. Un homme, par exemple, avec le bout de ſon doigt ou avec un morceau de métal, attire une petite feuille d'or électriſée & flottante en l'air. (*fig.* 18.)

Explication.

Pourquoi les corps non-iſolés attirent à eux de plus petits corps qui ont reçu la vertu électrique.

Tant que la petite feuille *C*, qu'on ſuppoſe électriſée, n'eſt entourée que de ſon atmoſphere propre, & de l'air dans lequel elle eſt ſuſpendue & iſolée, rien ne la détermine à ſe porter d'un côté préférablement à

l'autre : premiérement, parce que *ſes effluences ſe faiſant en même temps & avec une égale force, par les différents points de ſa ſurface*, elles s'appuient également de toutes parts ſur l'air ambiant, ce qui doit mettre la réaction de ce dernier fluide en équilibre avec elle-même. En ſecond lieu, parce que *les affluences A, B, &c, venant à elle également & en même temps de tous les côtés* [11], elles ne peuvent la pouſſer vers l'un plutôt que vers l'autre.

Mais quand on en approche le doigt ou *tout autre corps plus perméable à la matiere électrique, que la portion d'air dont il tient la place* [8], les rayons effluents du corps *c* ſe plient, vers lui, trouvant de ſa part moins de réſiſtance que n'en éprouvent de la part de l'air, les effluences de la partie oppoſée : delà vient que ces deux corps ſe joignent, & que le plus petit, comme étant le plus mobile, ſemble être attiré par l'autre.

V. FAIT.

Pendant qu'un corps léger, pareil à celui du fait précédent, demeure

XXI. LEÇON.

ſuſpendu & flottant en l'air au-deſſus d'un tube de verre électriſé qu'il a touché, ſi on lui préſente un autre tube de verre nouvellement frotté, il s'en écarte comme du premier : il s'approche au contraire d'un bâton de cire d'Eſpagne, d'une boule de ſoufre, &c, qu'on a électriſée.

EXPLICATION.

Pourquoi les petits corps électriſés par le verre, & qui s'en écartent enſuite, ne s'éloignent pas de même d'un bâton de cire d'Eſpagne électriſé.

Avant que d'entrer dans l'explication de ce fait, il eſt bon d'avertir le Lecteur, qu'il n'eſt pas conſtant; & que, quand on fait l'expérience un grand nombre de fois & en différents temps, on éprouve ſouvent que le ſoufre, la cire d'Eſpagne & les corps réſineux, étant électriſés, repouſſent au lieu d'attirer, ce que le verre a rendu électrique. *Voyez* à la fin du Tome II de mes *Lettres ſur l'Electricité*, l'article 45 des expériences vérifiées en préſence des Commiſſaires nommés par l'Académie Royale des Sciences.

Mais comme ce fait ſe préſente aſſez communément tel que je l'ai énoncé d'abord, il faut que je diſe comment il peut avoir lieu & par

quelles raiſons il peut manquer.

Pour être en état de bien entendre l'explication qu'on peut donner de ce cinquieme fait, il faut ſe faire une idée bien nette de ce qui ſe paſſe entre deux corps dont l'un ſeulement eſt électriſé, ou entre deux corps qui le ſont tous deux.

Dans le premier cas, c'eſt-à-dire, lorſque l'un des deux corps ſeulement eſt électriſé, *il ſort de celui qui ne l'eſt pas, une matiere qui eſt affluente par rapport à l'autre* [14] *; & de celui-ci, il s'élance perpétuellement des aigrettes dont les rayons ſont divergents entr'eux* [10].

Dans le ſecond cas, c'eſt-à-dire, quand les deux corps, qui ſont en préſence l'un de l'autre, ſont actuellement électriques, *il ſort de tous deux une matiere effluente* [10], dont les rayons vont en ſens contraires de l'un à l'autre corps. Et, *tandis que cette matiere émane ainſi des deux corps, une ſemblable matiere vient de toutes parts à eux, ſoit de l'atmoſphere, ſoit des corps voiſins, pour remplacer & perpétuer ces émanations* [11] & [14].

Ainſi dans l'un & dans l'autre cas,

XXI. Leçon.

la matiere électrique qui vient de l'un des deux corps, eſt toujours oppoſée à celle qui vient de l'autre; &, par conſéquent, pour qu'ils puiſſent s'approcher, il faut de deux choſes l'une, ou que ces rayons qui vont en ſens contraires de l'un à l'autre corps, perdent toute leur action, ou que chacun de ces deux courants trouve un paſſage aſſez libre dans le corps qu'il rencontre; car ſi ces émanations ſubſiſtent, & qu'en ſortant de l'un des deux corps, elles ne puiſſent pas facilement entrer dans l'autre, elles ne manqueront pas d'entretenir une diſtance entre les deux; ce que l'on a nommé *répulſion*. Revenons maintenant à notre fait.

La petite feuille de métal électriſée fuit conſtamment tout verre électrique, parce que, comme on l'a dit ci-deſſus, *ſon volume augmenté par une atmoſphere de rayons divergents, donne aſſez de priſe aux émanations du verre* 1°.

La même choſe n'arrive pas lorſqu'on lui préſente un morceau de ſoufre ou de cire d'Eſpagne nouvellement frotté, pour deux raiſons: la

premiere, parce que les rayons effluents de ces matieres électriſées *ſont plus foibles que ceux du verre*, & qu'apparemment la matiere qui ſort d'un bâton de cire d'Eſpagne électriſé, n'a pas plus de force ordinairement que celle qui *vient de tout autre corps non-électrique en préſence d'un corps électriſé* 14, & qui n'empêche pas, comme on ſait, l'approximation réciproque. La ſeconde raiſon eſt que *les matieres réſineuſes, le ſoufre, les gommes, &c, dans leſquelles le fluide électrique a peine à ſe mouvoir pour l'ordinaire, en ſont pénétrés plus facilement, quand on les frotte ou qu'on les chauffe* 7.

Ainſi la feuille de métal électriſée n'eſt pas repouſſée par le ſoufre qu'on vient de frotter, parce que les rayons effluents de cette petite feuille le pénetrent, comme elle eſt pénétrée elle-même par ceux de ce ſoufre électriſé ; & cette pénétration mutuelle fait que la réſiſtance eſt moindre entre ces deux corps, que partout ailleurs aux environs ; car c'eſt un fait, *que la matiere électrique a plus de peine à pénétrer dans l'air de l'atmoſphere que dans les corps les plus denſes & les plus durs* 8.

XXI. LEÇON.

Voilà cequi arrive le plus communément ; mais il peut ſe faire auſſi que les rayons effluents de la petite feuille électriſée manquent de force pour pénétrer dans le ſoufre, ou que celui-ci ne ſoit pas aſſez pénétrable pour eux, faute de n'avoir pas été frotté ou chauffé ſuffiſamment, ou que ſes propres effluences ayant trop de vigueur, empêchent celles de la petite feuille d'arriver juſqu'à lui ; & alors il y a répulſion comme en préſence du verre électriſé.

Il eſt inutile de dire que je nomme ici le ſoufre pour toutes les ſubſtances qui produiſent ce même effet ; & ce qui me fait croire que la répulſion ou l'attraction, en pareil cas, dépend de quelqu'une des cauſes que je viens d'alléguer, c'eſt que ſouvent la même boule de ſoufre, le même bâton de cire d'Eſpagne, attire ce qu'il repouſſoit, ou repouſſe ce qu'il attiroit un inſtant auparavant, & ſans être frotté de nouveau, mais ſeulement parce qu'on le préſente un peu plutôt ou un peu plus tard, de plus près ou de plus loin.

De tous les phénomenes électriques,

triques, il n'en eſt pas de moins certain, de moins conſtant que celui dont il eſt ici queſtion; ſi quelqu'un peut ſe vanter de le faire réuſſir à ſon gré toutes les fois qu'il voudra, il faut qu'il ſoit ſûr de réunir des circonſtances très-difficiles à ſaiſir: & dès-lors, je dis que c'eſt un effet variable; non pas qu'il n'arrive ſûrement quand tout ce qui doit le produire ſera raſſemblé; avec cette condition, tout effet naturel eſt infaillible; mais parce qu'il dépend de pluſieurs cauſes très-délicates, & que le plus habile Phyſicien auroit bien de la peine à prévoir & à régler le part que chacune d'elles doit y avoir.

XXI. LEÇON.

Le fait dont il s'agit ici n'eſt pas conſtant.

VI. FAIT.

Un corps électriſé par frottement ou par communication, attire & repouſſe en même temps, par le même côté de ſa ſurface, pluſieurs corps légers qu'on lui préſente, deſorte que les uns vont à lui, tandis que les autres s'en écartent.

XXI. LEÇON.

Comment les attractions & répulſions électriques ſont ſimultanées.

EXPLICATION.

LE phénomene des attractions & répulſions ſimultanées, eſt celui contre lequel viennent échouer ſans reſſource tous ceux qui prétendent expliquer les effets de la vertu électrique avec un ſeul courant de matiere. Quand on n'attribue au corps électriſé que celle qui lui vient du dehors, on peut bien par-là rendre raiſon juſqu'à un certain point, des mouvements qu'on nomme *attractions*: on en eſt quitte après pour gliſſer légérement ſur la cauſe des *répulſions*. Si l'on n'admet que la matiere lancée de toutes parts autour du corps électriſé, on peut bien dire pourquoi il chaſſe les petits corps qui le touchent, comment il les tient écartés de lui ; & l'on répond comme on peut, à ceux qui demandent d'où vient que de pareils corps ſont attirés. Mais il faut ſe taire ou dire de mauvaiſes raiſons, quand il s'agit d'expliquer comment, par l'un ou par l'autre de ces deux courants, des corps tout ſemblables entr'eux ſont pouſſés en même temps, les uns

dans un ſens, les autres dans un ſens oppoſé. Auſſi met-on ce fait à l'écart, comme s'il n'exiſtoit pas ; & quoique je l'aie objecté bien des fois, perſonne n'a fait ſemblant de m'avoir entendu. XXI. Leçon.

Pour moi qui ai duement prouvé que ces deux courants exiſtent en même temps autour du corps électriſé, & qui ai expliqué ci-deſſus les attractions par l'un, & les répulſions par l'autre, je n'ai qu'un mot à ajouter, pour faire remarquer que ces deux effets peuvent avoir lieu enſemble.

En effet, puiſque *la matiere électrique, tant effluente qu'affluente, eſt diviſée par rayons, dont chacun eſt animé d'un mouvement propre & progreſſif* [5], [10], [11] ; n'eſt-il pas tout ſimple que chacun d'eux entraîne avec lui tout ce qu'il trouve en ſon chemin, d'aſſez mobile pour obéir à ſon impulſion ? Les corps attirés ſont donc ceux qui obéiſſent à la matiere affluente, & les corps repouſſés ſont ceux qui ſont emportés par la matiere effluente.

Les uns & les autres devroient

XXI. LEÇON.

naturellement aller & venir en ligne droite, *ainſi que le fluide inviſible qui les entraîne* 5. Mais comme les mouvements ſont oppoſés, il eſt preſque impoſſible qu'il n'arrive des chocs & des déviations; & parce que c'eſt le hazard qui les produit, les effets apparents qui en réſultent, ſont auſſi de ceux qu'on ne peut pas prédire.

Comme toutes les parties du corps électriſé ont leurs effluences & leurs affluences, il doit y avoir auſſi attractions & répulſions ſimultanées à chacune d'elles; les effets ont lieu par-tout où regnent les cauſes.

VII. FAIT.

Les attractions & les répulſions électriques, toutes choſes égales d'ailleurs, ſont plus ou moins vives, & s'étendent à des diſtances plus ou moins grandes, ſuivant la nature des ſupports, ſur leſquels ſont placés les petits corps qui doivent être attirés & repouſſés.

EXPLICATION.

LES corps qui ſont attirés en apparence, ſont pouſſés réellement vers

le corps électriſé, *par la matiere électrique qui lui vient de toutes parts* [11]. Mais cette matiere affluente ne lui vient pas ſeulement de l'air ; elle vient auſſi *de tous les autres corps du voiſinage*, *qui ſont capables de s'électriſer par communication* [14]; *& dans ceux-là, la matiere électrique ſe meut avec bien plus de facilité que dans tous les autres, tant pour entrer que pour ſortir* [7]. Si vous placez donc des corps légers ſur un ſupport de métal, ſur la main d'un homme, &c, ils ſeront portés au tube ou au conducteur électriſé plus vivement & de plus loin, que s'ils étoient placés ſur un gâteau de réſine, ou ſuſpendus en l'air ; parce que la matiere électrique, que la préſence du corps électriſé détermine à venir à lui, *ſort du métal & des corps vivants, &c, plus abondamment & avec plus de force que des corps réſineux & de l'air* [7] & [14].

XXI. LEÇON. Comment la nature des ſupports influe ſur les attractions & répulſions.

De même, quand ces petits corps ont touché le tube de verre ou le conducteur qui les attire, ils ſont électriſés eux-mêmes, repouſſés vers leur ſupport, & hors d'état d'être attirés de nouveau, juſqu'à ce qu'ils

XXI. LEÇON.

aient perdu leur électricité acquiſe; or, *comme rien n'eſt plus propre à la leur ôter promptement que le métal non-iſolé* 17 ils ne l'ont pas plutôt touché, que la matiere affluente les reprend, pour les entraîner au corps électriſé. Au lieu que ſi le ſupport étoit de la cire d'Eſpagne ou quelque matiere réſineuſe, le petit corps électriſé n'y perdroit ſa vertu que lentement; & quand il auroit repris ſon premier état, & qu'il ſeroit ſujet à attraction, *la matiere qui vient d'un pareil ſupport, eſt ſi foible* 7, qu'elle ne le porteroit qu'avec peine vers le tube ou vers le conducteur.

On voit par-là comment les attractions & répulſions électriques peuvent devenir plus fortes ou plus foibles par le voiſinage de certains corps, & combien il eſt important d'avoir égard à ces circonſtances, quand on fait ces ſortes d'expériences, dans la vue de réſoudre quelque queſtion.

VIII. FAIT.

Tout ce qu'on veut électriſer par communication, doit être poſé ſur des matieres qui ne s'électriſent bien

que par frottement ; telles ſont le ſoufre, la cire d'Eſpagne, les réſines, la ſoie, &c.

EXPLICATION.

Pourquoi certaines matieres ſont plus propres que d'autres à iſoler les corps qu'on veut électriſer par communication.

UN corps s'électriſe par communication, lorſque la matiere électrique, *qui réſide en lui* 4, reçoit du mouvement par le contact ou l'approximation d'un corps déja électrique, qui la détermine à ſe porter du dedans au dehors : or la cauſe qui détermine, doit agir d'autant plus efficacement, qu'elle agit ſur un corps plus iſolé ou plus petit, puiſqu'alors elle a moins de matiere à mettre en mouvement. Un homme qui ſe tient placé immédiatement ſur le plancher d'une chambre, ne s'électriſe que très-peu ou point, parce qu'il communique avec de grandes maſſes qui ſont électriſables comme lui, & que l'action qu'on exerce ſur la matiere électrique qui réſide en lui attaque en même-temps *celle de tous les autres corps* 4, avec leſquels il a communication. Et cette action partagée à tant de corps, n'a preſque point d'effet ſenſible ſur aucun d'eux.

Il n'en eſt pas de même, ſi l'on

XXI. LEÇON.

met un gâteau de réſine ſous les pieds de cet homme ; comme *les corps de cette eſpece ne s'électriſent preſque point par communication* 7 , le corps électrique qui doit communiquer ſa vertu, n'agit alors que ſur l'homme iſolé, & ne détermine au mouvement que la matiere qui eſt en lui.

Pour rendre cette explication plus claire, il faut que je prenne les choſes de plus haut, & que je diſe de quelle maniere je conçois qu'un corps s'électriſe quand on le frotte, & comment, une fois électriſé, il communique ſa vertu à un autre corps.

Idée de l'électriſation, ou de la maniere dont l'Electricité s'excite par le frottement.

QUAND je frotte un tube de verre, un bâton de cire d'Eſpagne, une boule de ſoufre, &c, je mets en mouvement & les parties du corps frotté, & la matiere électrique qui en remplit les pores ; eſt-ce aux parties du verre que le mouvement s'imprime d'abord pour ſe communiquer enſuite à la matiere électrique, ou tout au contraire ? C'eſt ce que j'examinerai ailleurs ; mais il eſt ſûr *que la matiere électrique s'élance ſenſiblement du dedans au dehors* 10, & le

verre

verre s'échauffe : en voilà aſſez pour me faire croire que tout eſt agité.

Le corps frotté ne s'épuiſe point par ces émanations continuelles, quelque temps qu'elles durent, parce que la matiere électrique qui ſort, eſt toujours remplacée *par une matiere ſemblable*[11], *qui vient non-ſeulement de l'air, mais même de tous les autres corps qui ſont dans le voiſinage*[14]. *Si la matiere électrique eſt préſente par-tout*[4], comme il y a tout lieu de le croire, elle doit s'empreſſer de remplir tous les eſpaces qui ſe trouvent vuides des parties de ſon eſpece : c'eſt le propre des fluides, de ſe répandre uniformément, & de ſe mettre en équilibre avec eux-mêmes : repréſentez-vous un ſeau percé de toutes parts, que vous auriez plongé dans un baſſin ; ſi vous épuiſiez tout-à-coup ce vaiſſeau avec une pompe ou autrement, ne ſe rempliroit-il pas auſſi-tôt aux dépens de l'eau du baſſin, & ce remplacement ne ſe feroit-il pas autant de fois que l'épuiſement ſeroit réitéré ?

L'Electricité n'eſt donc rien autre choſe que l'état d'un corps qui reçoit

XXI. LEÇON.

continuellement les rayons convergents d'une matiere très-ſubtile, tandis qu'il laiſſe échapper de toutes parts des rayons divergents d'une pareille matiere ; il eſt comme la ſource de celle-ci, & le terme de celle-là. Et comme l'effluence de l'une occaſionne l'affluence de l'autre, le remplacement entretient auſſi la durée des émanations.

Idée de la maniere dont les corps s'électriſent par communication.

APPROCHONS maintenant d'un corps qui eſt dans cet état, un autre corps capable de s'électriſer par communication & convenablement iſolé: la matiere électrique qui eſt en repos dans ce corps, doit ſe mettre en mouvement, & ſe porter du dedans au dehors par deux raiſons : 1°, Parce que *tout ce qui eſt dans le voiſinage d'un corps électriſé, lui fournit cette matiere que nous avons nommée affluente* [14]. 2°, Parce qu'une partie de cette même matiere qui réſide dans le corps qu'on approche du corps électriſé, doit recevoir des impulſions continuelles de la part des rayons effluents qui s'élancent de celui-ci, *& qui ſont capables de pénétrer dans les corps les plus compactes* [6].

Mais ſi ce corps perd ainſi la matiere électrique qui réſide en lui, ou il doit bien-tôt s'épuiſer, ou bien il faut qu'il reprenne d'ailleurs une matiere ſemblable à celle qu'il perd; or on ne peut pas dire qu'il s'épuiſe, car ces émanations durent autant de temps qu'on veut les exciter; mais il lui arrive ce qu'on obſerve en général à tout ce qui eſt actuellement électrique, ſoit par communication, ſoit par frottement; *tant que dure l'émanation de la matiere intérieure, une pareille matiere vient de toutes parts remplacer celle qui ſort* [11]. Ainſi l'électricité communiquée, comme celle qu'on excite par frottement, conſiſte toujours dans une effluence & dans une affluence ſimultanées de la matiere électrique.

Comme le premier de ces deux mouvements naît en partie par l'impulſion ou par le choc, dans le corps qu'on électriſe par communication, & qu'un certain choc ne peut animer ſenſiblement qu'une certaine quantité de matiere, il eſt néceſſaire de limiter celle que doivent mouvoir les rayons effluents du corps élec-

XXI. LEÇON.

trique communiquant ; & c'eſt ce que l'on fait en interpoſant quelque matiere réſineuſe, *peu propre à être pénétrée par le fluide électrique*, & qui interrompt fort à propos la continuité des corps électriſables.

IX. FAIT.

Dans l'expérience de Hauxbée, qui eſt ſi connue (*A fig.* 19), des fils arrêtés au centre d'un globe de verre électriſé, ſe dirigent en forme de rayons qui tendent à l'équateur du globe ; & d'autres fils attachés à un cerceau en dehors, prennent une tendance convergente au centre de ce même globe.

EXPLICATION.

Explication de l'expérience d'Hauxbée & de ſes circonſtances.

Après ce que j'ai dit ci-deſſus pour expliquer les attractions électriques, il ne me reſte qu'à faire remarquer ici que les deux ſurfaces du verre s'électriſent enſemble, quoiqu'on n'en frotte qu'une. Les fils attachés au centre du globe, ſont dirigés vers la ſurface intérieure par la matiere affluente qui les enfile, en venant de l'air extérieur, par l'axe ſur le-

quel ils ſont arrêtés ; & ceux du cerceau deviennent convergents au globe par une pareille matiere qui ſe rend de toutes parts à la ſurface extérieure.

XXI. LEÇON.

Une circonſtance aſſez ſinguliere de cette expérience, & qui mérite plus d'attention que le reſte, c'eſt que les fils du dedans changent de place, & ſemble s'écarter quand on ſouffle ſur le verre, ou qu'on préſente le doigt par dehors à l'endroit où ils tendent.

On peut rendre raiſon de ces effets, en diſant, 1°, que le ſouffle le plus ſouvent chargé d'humidité, diminue ou fait ceſſer l'électricité à la partie du verre qu'il attaque, & alors le fil qui s'y dirigeoit, retombe par ſon propre poids : 2°. Quand on approche le doigt de la ſurface extérieure, *la matiere qui ſort de ce doigt, en la préſence du globe électriſé* [14], paſſe à travers le verre, & va fortifier les aigrettes de l'autre ſurface ; & alors ces effluences de la ſurface intérieure l'emportent en force ſur la matiere affluente qui dirige le fil, & elles le repouſſent pour un temps.

XXI. LEÇON.

Je n'imagine pas gratuitement que la matiere qui ſort du doigt en pareil cas, pénetre dans le verre, & va fortifier les effluences de la ſurface intérieure du globe. Si l'on fait entrer dans ce vaiſſeau un peu de ſciure de bois ou du ſon de farine, on verra très-diſtinctement chaque petite parcelle s'élancer & ſauter, quand le bout du doigt ſe préſentera deſſous; c'eſt une épreuve que j'ai répétée cent fois.

X. FAIT.

Certains corps ont peine à s'électriſer les uns par frottement, les autres par communication, tandis que d'autres deviennent fortement électriques de l'une ou de l'autre maniere; ſi la matiere électrique réſide par-tout, d'où peut venir cette différence?

EXPLICATION.

Pourquoi certains corps s'électriſent mieux par le frottement, & d'autres par la communication.

Un corps n'eſt point électriſé, pour avoir en ſoi la matiere électrique; *il faut que cette matiere en ſorte pour être remplacée par une ſemblable* [10] *&* [11]; il faut qu'il y ait

effluence & affluence, comme je l'ai dit pluſieurs fois ci-deſſus; or cette matiere, tout ſubtile qu'elle eſt, *ne pénetre pas tous les corps indiſtinctement & avec la même facilité*[7]; elle trouve dans les uns des paſſages plus libres que dans les autres, tant pour ſortir que pour entrer.

D'ailleurs il eſt probable que ces élancements ſont cauſés & entretenus par quelque mouvement inteſtin, imprimé aux parties du corps que l'on a frotté : j'ai lieu de croire que le reſſort de ces parties y entre pour beaucoup; car j'obſerve qu'en général les corps dont les parties ont le plus de roideur, ſont auſſi les plus propres à s'électriſer par frottement.

XI. FAIT.

Quoique tout ce qui eſt léger & libre puiſſe être attiré ou repouſſé par un corps actuellement électrique, il y a pourtant certaines matieres qui obéiſſent plus vivement que d'autres à ces attractions & répulſions.

EXPLICATION.

L'EXPÉRIENCE a fait connoître que

XXI. LEÇON.

Pourquoi il y a des corps plus ſuſceptibles les uns que les autres, des attractions & répulſions électriques.

cette diſpoſition plus ou moins grande à être attiré & repouſſé par un corps électrique, dépend moins de la nature des matieres que d'un aſſemblage plus ou moins ſerré de leurs parties. On apperçoit aiſément la raiſon de ce phénomene, quand on conſidere que les mouvements alternatifs, d'attraction & de répulſion, ſont les effets de la matiere électrique, tant effluente qu'affluente, qui, quoique aſſez ſubtile pour pénétrer dans les corps les plus compactes, & pour ſe faire jour au travers de leurs pores n'en eſt pas moins une matiere compoſée de parties ſolides, capables par conſéquent de heurter & d'entraîner avec elle tout ce qu'elle rencontre de ſolide dans ſon chemin. Les corps les plus denſes doivent donc lui donner plus de priſe que les autres; une paillette de métal, plus qu'un fragment de papier; un ruban mouillé ou gommé, plus que le même ruban, s'il étoit lavé & ſec, &c.

Obſervation importante.

UNE choſe à laquelle il faut encore faire attention, c'eſt que les corps qui ſont attirés & repouſſés le plus vivement, ſont juſtement ceux

qui s'électriſent le mieux par communication ; une feuille de métal à qui l'on préſente un tube de verre nouvellement frotté, s'électriſe d'abord peu ou beaucoup, c'eſt-à-dire, que la matiere électrique qui réſide en elle, ſe diſpoſe à ſortir de toutes parts, ou ſort réellement.

Le premier de ces deux états, (lorſqu'elle n'eſt point encore électrique, mais toute prête à l'être), état qui ne peut ceſſer que quand elle ne touchera plus la table ou le corps non-électrique qui la ſoutient ; ce premier état, dis-je, la met plus en priſe qu'un morceau de papier, à la matiere affluente qui va au tube ; car outre ſon excès de denſité, elle oppoſe encore des pores pleins d'une matiere preſqu'effluente ; de ſorte qu'elle n'a peut-être aucun point de ſa ſurſace qui ne ſoit ſuſceptible du choc qui tend à la mener au tube.

Lorſqu'elle s'enleve, & qu'elle commence à s'approcher du tube, elle s'électriſe alors de plus en plus, & *ſon volume augmente par une atmoſphere de rayons divergents* 10, comme je l'ai dit ci-deſſus. Et il aug-

XXI. LEÇON.

mente quelquefois, de maniere que, rencontrant les rayons de la matiere effluente du tube en ſuffiſante quantité, la petite feuille de métal rétrograde avant qu'elle ait touché le corps électrique qui l'attiroit.

Cette activité, comme on le voit, tant pour aller au tube que pour s'en écarter, vient donc en très-grande partie de la facilité avec laquelle certains corps reçoivent l'électricité d'un autre.

XII. FAIT.

L'Electricité ſe communique preſqu'en un inſtant par une corde de douze cents pieds & plus, à laquelle on fait faire pluſieurs retours : comment ſe peut-il faire que la matiere électrique paſſe ſi promptement d'un bout à l'autre de cette corde, & qu'elle en ſuive ainſi les différentes directions ?

EXPLICATION.

C'EST une ſuppoſition très-vraiſemblable, & que les plus habiles Phyſiciens n'ont pas fait difficulté d'avancer ou d'admettre que, dans

les corps les plus denſes, il y a plus de vuide que de plein, plus de pores que de parties ſolides; on peut donc croire, à plus forte raiſon, que dans une corde, dans une verge de fer, &c, la poroſité eſt telle, que la matiere électrique (*fluide ſubtil qui réſide par-tout* +) jouit d'une continuité de parties non-interrompue ; ainſi, dès que les rayons ou les filets de cette matiere très-mobile par elle-même, ſont pouſſés par un bout, ou déterminés à ſe mouvoir, comme je l'ai dit ci-deſſus, je conçois que le mouvement eſt bien-tôt tranſmis juſqu'à l'autre extrémité ; ou que les premieres parties venant à ſortir, donnent lieu aux autres de les ſuivre ſans délai, à peu près comme le mouvement ſe tranſmet par une file de corps élaſtiques & contigus; ou bien comme l'eau d'un canal ſe meut toute entiere, dès qu'on lui permet, ou qu'on la force de couler par un bout.

XXI. LEÇON. Comment la vertu électrique peut ſe tranſmettre en ſi peu de temps à des diſtances très-grandes.

Ainſi, quand j'électriſe une corde de deux cents toiſes par l'une de ſes extrémités, je ne prétends pas que, dans le premier inſtant, les

XXI. LEÇON.

rayons effluents de l'autre bout ſoient individuellement la matiere électrique du tube qui ait parcouru toute la longueur de la corde, mais ſeulement une matiere ſemblable, qu'elle a trouvé réſidente dans la corde, & qu'elle a pouſſée devant elle.

Si le fluide électrique ou le mouvement qui lui eſt imprimé, ſuit toujours la corde, malgré ſes détours & ſes ſinuoſités, c'eſt vraiſemblablement en conſéquence de ce principe que j'ai déja cité pluſieurs fois : *que la matiere électrique trouve moins d'obſtacles dans les corps les plus denſes, que dans l'air même de l'atmoſphere* [8]. Elle ſuit les différentes directions du corps qui lui oppoſe le moins de réſiſtance.

XIII. FAIT.

Une légere humidité nuit à l'Electricité qu'on excite par frottement; & bien loin d'être nuiſible, elle eſt favorable à l'Electricité par communication.

XXI. LEÇON.

EXPLICATION.

Pourquoi l'humidité, qui ne nuit point à l'Electricité que l'on communique, met un obſtacle conſidérable à celle qu'on veut exciter par frottement.

L'ELECTRICITÉ que l'on fait naître par le frottement, dépend beaucoup d'un certain mouvement inteſtin que l'on fait prendre aux parties propres du corps que l'on frotte ; & ce mouvement lui-même, cette eſpece d'irritation exige que les parties ſoient libres, & jouiſſent de toute leur élaſticité ; une vapeur humide, ou une légere couche d'eau, empêche apparemment que ces parties ne ſe mettent en jeu, ou bien elle empâte, pour ainſi dire, les pores, & ne permet pas que la matiere électrique s'y meuve librement, tant pour entrer que pour ſortir.

L'Electricité qui ſe communique par des conducteurs, ne leur doit, ſuivant toutes les apparences, que les paſſages libres qu'ils donnent à la matiere électrique ; ce ſont des milieux purement paſſifs : or l'expérience fait connoître que l'eau reçoit & tranſmet aiſément cette matiere ; par conſéquent, ſi elle ſe trouve unie à quelqu'autre ſubſtance, bien loin d'empêcher que celle-ci

ne s'électriſe par communication, elle doit au contraire faciliter cet effet.

XIV. Fait.

L'électriſation augmente la tranſpiration des animaux, accélere l'évaporation des liqueurs, & deſſeche les corps ſolides qui ont quelque ſuc ou quelque humidité à perdre.

Ces faits ſont prouvés par une ſuite d'expériences que j'ai publiées dans les 4e & 5e Diſcours de mes *Recherches* ſur les cauſes particulieres des phénomenes électriques, & dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, *année* 1747, p. 234 & *ſuiv.*

Explication.

Comment l'Electriſation accélere l'évaporation des liquides, la tranſpiration des animaux, &c.

Il faut ſe rappeller ici la 14e. Expérience de la II Section, dans laquelle nous avons vu que des écoulements qui ſe faiſoient naturellement goutte à goutte, ont été vivement accélérés par l'électriſation ; nous avons attribué cet effet aux effluences de la matiere électrique, qui entraînent rapidement les petites gouttes de liqueur qu'elles trouvent ſur leur chemin ; & en effet cette

cauſe ſe préſente ſi naturellement, qu'il n'eſt pas poſſible de la méconnoître. On peut de même lui attribuer ce qui arrive aux animaux & aux corps évaporables qu'on électriſe; la tranſpiration eſt un écoulement inſenſible qui ſe fait par les pores de la peau; quand la matiere électrique eſt forcée de ſortir par ces mêmes iſſues, elle entraîne ce qu'elle y rencontre; ſi cela dure un certain temps, l'animal, à la fin, ſe trouve avoir plus tranſpiré qu'il n'auroit fait dans ſon état naturel.

C'eſt à-peu-près la même choſe pour les corps capables d'évaporation; quand on les électriſe, ces mêmes effluences dont nous venons de parler, emportent avec elles les parties ſuperficielles d'une liqueur; ou bien elles chaſſent hors du corps d'où elles ſortent, ce qu'elles trouvent de liquide dans ſes pores: ainſi après une électriſation de quelque durée, on trouve un déchet ſenſible dans le poids.

XV. FAIT.

On augmente auſſi la tranſpiration

XXI. LEÇON.

des animaux, & l'on fait diminuer le poids des ſubſtances évaporables, en les plaçant ſeulement auprès des corps qu'on électriſe.

Cela eſt encore prouvé par un grand nombre d'expériences que l'on trouvera à la ſuite de celles que j'ai citées ci-deſſus.

Explication.

Pourquoi cet effet a lieu pour des corps non-iſolés qui ſont placés dans le voiſinage des corps qu'on électriſe.

Nous avons vu par la 2e Expérience de la II Section, que la matiere électrique qui vient des corps environnants au corps électriſé, accélere auſſi les écoulements qui ne ſont point iſolés; il eſt donc comme indubitable que la même matiere, en ſortant de l'animal pour ſe rendre au corps qu'on électriſe, précipite la tranſpiration, qui, ſans cela, ſe feroit avec plus de lenteur.

Il eſt aiſé de comprendre auſſi qu'en pareil cas une liqueur s'évapore plus vîte que de coutume, étant aidée par le fluide électrique qui traverſe toute ſa maſſe, pour arriver au corps électriſé: une poire, ou un autre fruit, doit perdre auſſi une portion de ſes ſucs, par la même cauſe.

XVI.

XVI. FAIT.

Les attractions & les répulſions ne ſont pas auſſi régulieres dans le vuide que dans l'air libre.

EXPLICATION.

Pourquoi les attractions & répulſions électriques ſont moins régulieres dans le vuide qu'en plein air.

POUR que ces mouvements aient une certaine régularité, il faut que les effluences électriques conſervent leur forme ordinaire d'aigrettes épanouies; il faut que, leurs rayons, ſéparés les uns des autres, aient une certaine divergence, afin que les rayons de la matiere affluente puiſſent paſſer entr'eux, & y faire paſſer avec eux les petits corps qu'ils entraînent; mais cette divergence ſi néceſſaire aux rayons de la matiere effluente, vient principalement de la réſiſtance qu'ils éprouvent de la part de l'air, en débouchant du conducteur; cela n'a preſque plus lieu dans le vuide; les rayons effluents n'ont plus d'autre cauſe de divergence que l'impétuoſité de leur éruption; & l'on peut voir, en faiſant l'expérience dans l'obſcurité, qu'ils demeurent réunis pluſieurs enſemble,

XXI. LEÇON.

ſous la forme de gros jets lumineux. Ce qui prouve bien que c'eſt-là la véritable cauſe de cette diminution ou irrégularité qu'on remarque dans les attractions & répulſions éprouvées dans le vuide, c'eſt que l'on corrige ce défaut, en terminant le conducteur qui porte l'Electricité dans le récipient, par une bouteille de verre dont le fond ſoit arrondi, & qui contienne de l'eau ou du mercure (*B fig.* 19); car comme le verre tamiſe davantage la matiere électrique effluente, & la diviſe en petits jets, les choſes ſe paſſent alors à-peu-près comme dans l'air libre.

ARTICLE SECOND, *contenant les Phénomenes de la ſeconde Claſſe.*

Phénomenes de la ſeconde claſſe preſque entiérement ignorés des Anciens.

LES anciens n'ont point ignoré que l'ambre nouvellement frotté, jette quelque lueur en même temps qu'il attire les petites pailles ou autres corps légers qui ſont à ſa portée: mais voilà tout ce qu'on peut légitimement leur attribuer touchant la connoiſſance des lumieres électriques, conſidérées comme telles:

c'eſt l'ouvrage de nos jours d'avoir rapporté à l'Electricité certains feux, connus véritablement dans l'Antiquité, mais dont on ignoroit ſi bien la cauſe, qu'on les a pris pour des prodiges.

Les phénomenes d'Electricité, dans leſquels il y a lumiere ou inflammation, ſont ceux qui ont le plus excité l'admiration des Phyſiciens qui les ont découverts, & l'étonnement des Amateurs ou des Curieux, à qui on les a montrés : je n'oublierai jamais la ſurpriſe que nous cauſa, à M. Dufay & à moi, la premiere étincelle que nous vîmes éclater ſur la jambe d'un des nôtres que nous avions électriſé; on ſe ſouviendra long-temps d'avoir vu la Cour & la Ville ſe rendre avec le plus grand empreſſement dans nos Laboratoires, pour y voir, pour y reſſentir cette eſpece de fulmination qu'on nomme aujourd'hui *l'Expérience de Leyde* ; on ſe ſouviendra d'avoir vu juſqu'au peuple s'en divertir à prix d'argent dans les lieux publics.

Les feux

LA matiere électrique devenant

XXI. LEÇON.

électriques plus propres que les autres phénomenes à nous éclairer ſur la nature & ſur les cauſes de l'Electricité.

apparente par elle-même, lorſqu'elle s'anime juſqu'à s'enflammer, nous laiſſe bien mieux appercevoir les différents mouvements dont elle eſt capable, que dans les autres cas où elle demeure inviſible : c'eſt auſſi à la faveur de ces effets acccompagnés de lumiere, que nous ſommes parvenus à démêler les cauſes immédiates & à former des conjectures plauſibles ſur celles qui ne ſont pas ſuſceptibles d'être recherchées, par la voie de l'expérience : ſi l'Electricité s'étoit manifeſtée d'abord par de tels ſignes, il eſt à préſumer que, n'ayant plus affaire à un être inviſible, nous aurions ſçu plutôt en quoi conſiſte eſſentiellement cette myſtérieuſe vertu. Les faits qui nous reſtent à expliquer, pour être les plus brillants & les plus ſinguliers, ne ſont pas les plus difficiles.

I. FAIT.

A l'extrémité d'une barre de fer, ou au bout du doigt d'un homme qu'on électriſe fortement & de ſuite, il paroît communément un bouquet ou une aigrette de rayons enflammés,

qu'on entend bruire ſourdement, & qui fait ſur la peau une impreſſion aſſez ſemblable à celle d'un ſouffle léger.

XXI. LEÇON.

EXPLICATION.

Comment, ſe forment les aigrettes lumineuſes.

JE conſidere chaque particule de matiere électrique, comme une petite portion *de feu élémentaire*, *ou de toute autre matiere analogue à celle-là*, & *capable comme elle, de s'enflammer par le choc* [3]. Lorſque cette matiere, *qui s'élance hors du corps électriſé*, y rencontre *celle qui vient la remplacer* [10] & [11], elle reçoit un choc qui la fait briller à nos yeux. Deux cailloux tranſparents deviennent lumineux en ſe heurtant; pourquoi la matiere électrique ne feroit-elle pas la même choſe, elle qui reſſemble ſi bien à la matiere de la lumiere, que la plupart des Phyſiciens penſent que c'eſt elle-même ?

Les particules de matiere électrique, qui s'allument & s'entre-choquent, & que l'inflammation rend viſibles, doivent paroître rangées dans l'ordre avec lequel elles ſortent du corps électriſé : or *la matiere effluente s'élance toujours en forme d'ai-*

XXI. Leçon.

grettes ou de bouquets épanouis [9].

Si l'inflammation de la matiere électrique vient de la colliſion des parties qui vont en ſens contraires, & de l'éclat ſubit qui s'enſuit, &c, comme il y a tout lieu de le penſer, nous ne devons pas chercher ailleurs la cauſe de ce petit bruit qu'on entend, quand on apperçoit les aigrettes lumineuſes; car tout corps qui éclate ſubitement, frappe & fait retentir l'air qui l'environne, plus ou moins fort, ſuivant la grandeur de ſon volume & la promptitude de ſon expanſion.

Enfin le ſouffle léger qu'on ſent ſur la peau, quand on préſente le viſage ou le revers de la main aux bouquets lumineux, eſt l'effet naturel & ordinaire d'un fluide qui a un courant déterminé, & qui ſe meut avec une vîteſſe ſenſible; or *cette matiere, qui brille au bout d'une barre de fer électriſée, vient évidemment de l'intérieur de cette barre, & ſe porte progreſſivement aux environs juſqu'à une certaine diſtance* [5].

Pourquoi ces feux ne

On dira peut être qu'une matiere enflammée devroit être brûlante,

ou chaude au moins ; au lieu que les aigrettes lumineuſes dont il eſt ici queſtion, ne font ſentir qu'un ſouffle dont le ſentiment tient moins de la chaleur que du frais.

XXI. LEÇON. produiſent qu'un vent frais.

Mais ne ſait-on pas que les idées de chaud & de froid ſont relatives à nos ſens, & que ce qu'on appelle *frais*, n'eſt autre choſe qu'une chaleur très-tempérée & un peu moindre que celle de notre état ordinaire? Ne ſait-on pas auſſi que les ſubſtances les plus légeres, les plus raréfiées, s'embraſent le plus aiſément, c'eſt-à-dire, que telles d'entr'elles s'enflamment par un degré de chaleur qui ſuffiroit à peine pour échauffer ſenſiblement un corps plus denſe ? Ne ſouffre-t-on pas de l'eſprit-de-vin ou de l'éther enflammé au bout de ſon doigt ?

Cela ſuffit pour nous faire concevoir qu'il peut y avoir de véritables inflammations qui n'atteignent pas au degré de chaleur, qui nous eſt naturel & ordinaire ; telle eſt apparemment celle de la matiere électrique, lorſque la divergence de ſes rayons lui fait prendre un certain degré de raréfaction.

XXI. LEÇON.

Ce qui rend ma conjecture vraiſemblable, c'eſt que, quand cette même matiere vient à ſe condenſer, alors elle devient un feu aſſez actif pour entamer les autres corps; ces mêmes aigrettes, qui ne faiſoient ſentir qu'un ſouffle léger, brûlent vivement, comme on va le voir.

II. FAIT.

Lorſqu'on approche de fort près le bout du doigt ou un morceau de métal, d'un corps quelconque fortement électriſé, on apperçoit une ou pluſieurs étincelles très-brillantes qui éclatent avec bruit; & ſi ce ſont deux corps vivants que l'on applique à cette épreuve, l'effet dont je parle, eſt accompagné d'une picquure ou d'une commotion qui ſe fait ſentir de part & d'autre.

EXPLICATION.

Ce qui fait éclater les étincelles électriques.

QUAND on préſente un corps non-iſolé (ſur-tout ſi c'eſt un animal ou du métal), à un autre corps fortement électriſé, les rayons effluents de celui-ci *naturellement divergents*, & par conſéquent raréfiés, acquierent une

une plus grande force, pour deux raiſons; 1°, parce qu'ils coulent avec plus de vîteſſe; 2°, parce que leur divergence diminue, & qu'ils ſe condenſent: deux circonſtances qu'il eſt aiſé d'obſerver, ſi l'on préſente le doigt aux aigrettes lumineuſes, & qui s'expliquent aiſément quand on ſait d'ailleurs que *la matiere électrique trouve moins de difficulté à pénétrer dans les corps les plus denſes, que dans l'air même de l'atmoſphere* [8]. Ce n'eſt donc plus ſeulement une matiere effluente & rare qui heurte une autre matiere venant de l'air avec peu de vîteſſe, comme dans le premier fait; c'eſt un fluide condenſé & accéléré qui en rencontre un autre (*celui qui vient du doigt* [14]) preſque auſſi animé que lui & par les mêmes raiſons; ainſi le choc doit être plus violent, l'inflammation plus vive, le bruit plus éclatant.

XXI. LEÇON.

Si les deux corps qui s'approchent, tant celui qui eſt électriſé que celui qui n'eſt point iſolé, ſont tous deux animés, l'étincelle éclatte avec douleur de part & d'autre, parce que les deux filets de matiere enflammée,

XXI. LEÇON.

qui ſe rencontrent & qui ſe choquent fortement, ſouffrent chacun une répercuſſion qui rend leur mouvement rétrograde ; & cette réaction d'un filet de matiere qui ſe dilate en s'enflammant, doit diſtendre avec violence les pores de la peau, ou remonter même aſſez avant dans le bras, comme cela arrive en effet le plus ſouvent. Une perſonne électriſée qui tient en ſa main une verge de métal par un bout, reſſent, comme par contre-coup, toutes les étincelles qu'on excite à l'autre extrémité : comme auſſi ces mêmes ſecouſſes ſe font reſſentir au coude de la perſonne non-iſolée qui les excite avec ſon doigt.

C'eſt apparemment par cette raiſon qu'on voit ceſſer ſubitement ou diminuer très-conſidérablement l'Electricité d'un corps, à la ſurface duquel on excite une étincelle ; car je conçois que cette réaction, dont je viens de parler, arrête tout d'un coup l'effluence de la matiere électrique, ſans laquelle il n'y a plus d'affluence : & quand ces deux courants n'ont plus lieu, il n'y a plus d'électricité.

XXI. LEÇON.

Objection.

ON m'objectera peut-être qu'en vertu de cette répercuſſion, les effluences ne devroient ceſſer qu'à l'endroit où l'on excite l'étincelle, & qu'elles devroient continuer partout ailleurs.

Réponſe.

Conſidérons que, *dans les corps électriſés, & électriſables par communication, la matiere électrique ſe meut avec plus de facilité que dans l'air même*[8]. En conſéquence de ce principe, nous devons penſer, qu'en préſentant le doigt de fort près à un conducteur électriſé, nous déterminons toutes les effluences à quitter leur premiere direction pour ſe porter de ce côté-là. Et, en effet, on obſerve que toutes les fois qu'on approche du conducteur, un corps de même nature, mais non iſolé, les répulſions ceſſent ou diminuent beaucoup dans les fils d'épreuve ou dans tout ce qui leur reſſemble, & que les aigrettes lumineuſes s'affoibliſſent ou diſparoiſſent (a).

(*a*) Quand on voudra vérifier ce fait, il faut que ce ſoit ſur un conducteur qui ait reçu la doſe d'Electricité qu'on voudra lui donner, & que l'on ne continue pas d'électriſer ; car s'il

XXI. LEÇON.

On ne voit pas la même choſe avec les corps électriſés par frottement, parce que *ce ſont des milieux auſſi peu, & peut-être encore moins perméables que l'air pour la matiere électrique*[7], & que les effluences qui s'élancent des différents points de leur ſurface, ont moins de peine à continuer leur permiere route, qu'à revenir à travers l'épaiſſeur de ces corps, vers le doigt qui les provoque; ainſi, de toutes ces effluences, on ne répercute jamais que celles qui ſortent vis-à-vis du corps qui excite les étincelles : & par-tout ailleurs l'Electricité ſubſiſte avec elles.

III. FAIT.

Les étincelles éclatent quelquefois d'elles-mêmes ſans être provoquées par un autre corps : cela n'eſt-il pas contraire aux explications précédentes, où l'on prétend que l'effet en queſtion vient du choc de la matiere effluente contre la matiere affluente qui ſort d'un corps plus compacte que l'air environnant ?

étoit à même de reprendre ce qu'il perd, les affoibliſſements dont je parle, ne ſeroient peut-être pas aſſez ſenſibles.

Explication.

Les étincelles doivent éclater dans toutes les occaſions où les effluences & les affluences ſe rencontrent & ſe heurtent avec aſſez de force ; il eſt vrai que ce degré de force, qui dépend de la denſité des rayons & de leur vîteſſe, ſe trouve preſque toujours dans le cas où les deux courants s'élancent l'un contre l'autre en ſortant de deux corps, dont l'un eſt électriſé, & l'autre ſeulement électriſable par communication ; mais on conçoit aiſément que ces deux matieres peuvent ſe choquer de même, & produire un effet ſemblable dans d'autres circonſtances qui ſeront propres à condenſer leurs rayons, & à leur donner une certaine énergie ; ce n'eſt qu'autour du verre électriſé qu'on remarque ces éclats ſpontanées, qui d'ailleurs ſont aſſez rares. J'en ai produit par fois avec des tubes que je frottois dans des temps ſecs & froids ; & je les ai attribués aux effluences plus fortes que d'ordinaire, & qui, ſe croiſant d'une aigrette à l'autre, oppoſoient à la matiere affluente une eſpece de foyer que ſa

XXI. Leçon.

D'où viennent les étincelles ſpontanées.

XXI. LEÇON.

rencontre étoit capable d'enflammer: *voyez* à la lettre G (*fig.* 17) comment ce concours de rayons peut avoir lieu.

On voit encore & plus ſouvent éclater la matiere électrique aux bords des carreaux de verre dorés qu'on électriſe par communication; mais on ſait auſſi que c'eſt le cas des effluences les plus abondantes & les plus rapides; leur colliſion avec la matiere affluente (celle-ci ne vint-elle que de l'air ambiant) doit être forte à proportion; car la grandeur du choc dépend de la vîteſſe avec laquelle deux corps ſe rencontrent, & il ſuffit que l'un des deux en ait beaucoup, pour qu'ils ſe heurtent d'une maniere violente.

Enfin jai vu de ces fulminations à des bouteilles pleines d'eau que j'électriſois dans le vuide, & elles ont été quelquefois ſi violentes, que ces bouteilles en ont été briſées: je m'en ſuis pris de même au choc des deux matieres, & il m'a paru devoir être d'autant plus fort dans ces occaſions, que les affluences ſont fournies d'aſſez près par la platine de la machine pneumatique, laquelle étant, comme on ſait, de métal, leur

donne beaucoup plus d'énergie qu'elles n'en pourroient avoir, ſi elles ſortoient immédiatement de l'air environnant; ajoutez encore que le vuide dans lequel ſe fait cette colliſion des deux matieres, ne cauſe aucun déchet à la vîteſſe avec laquelle chacune d'elles ſe porte vers l'autre.

La rupture de la bouteille eſt un effet de la répercuſſion des effluences, & de la dilatation momentanée que le choc y produit; j'inſiſterai davantage ſur ceci, lorſque j'expliquerai les commotions électriques.

IV FAIT.

Un homme électriſé qui paſſe légérement ſa main ſur une perſonne non-iſolée, vêtue de quelque étoffe où il y ait de l'or ou de l'argent, la fait étinceller de toutes parts, non-ſeulement elle, mais encore toutes les autres qui ſont habillées de pareilles étoffes & qui la touchent; & ces étincelles ſe font ſentir aux perſonnes ſur qui elles paroiſſent, par des picottements qu'on a peine à ſouffrir.

EXPLICATION.

CE fait bien conſidéré n'eſt au fond d

XXI. LEÇON.

Comment les étincelles ſe multiplient par pluſieurs petits conducteurs preſque contigus les uns aux autres.

que celui-ci qui eſt plus ſimple & plus connu. Tandis qu'un fil de métal non-iſolé fait étinceller en *E* (*fig.* 19,) un corps qu'on électriſe, il étincelle lui-même par ſon autre extrémité *F*, s'il s'y rencontre quelqu'autre corps non-iſolé qui lui ſoit preſque contigu; & l'on peut multiplier cet effet en arrangeant ainſi de pareils corps à la ſuite de celui qui ſe préſente au corps électriſé, en obſervant toujours de les tenir ſéparés les uns des autres, par un très-petit intervalle.

Je dis que notre quatrieme fait revient à celui-là; car ce ſont des petits fils, ou des petites lames d'or & d'argent, dont la continuité a été interrompue par les accidents que l'étoffe a ſoufferts; ce ſont des portions de métal ſéparées les unes des autres par la ſoie, ou en général par les matieres qu'on a fait entrer avec elles dans le tiſſu : il ne s'agit donc plus que de rendre raiſon de ce dernier fait, & voici comment on le peut faire.

Quand le premier de ces fils de métal qui ſont à la ſuite les uns des autres, ſe trouve aſſez près du corps qu'on électriſe, la matiere effluente

de celui-ci, & la matiere affluente qui vient de celui-là, s'enflamment en ſe choquant, & cette colliſion rend ces deux courants de matiere électrique rétrogrades, comme je l'ai fait entendre plus haut. Voici ce que cela produit dans les petits intervalles *FGHI*, &c; la matiere qui ſortoit du premier corps pour aller au conducteur iſolé, étant répercutée vers *F*, rencontre & répercute à ſon tour, celle qui débouche du ſecond avec la même tendance; celle-ci, en rétrogradant, fait la même choſe en G, & ainſi de ſuite; & tant que ces répercuſſions ſont aſſez fortes, elles ſe manifeſtent par des coups de lumiere, & par des ſecouſſes ſenſibles quand elles aboutiſſent à des corps animés.

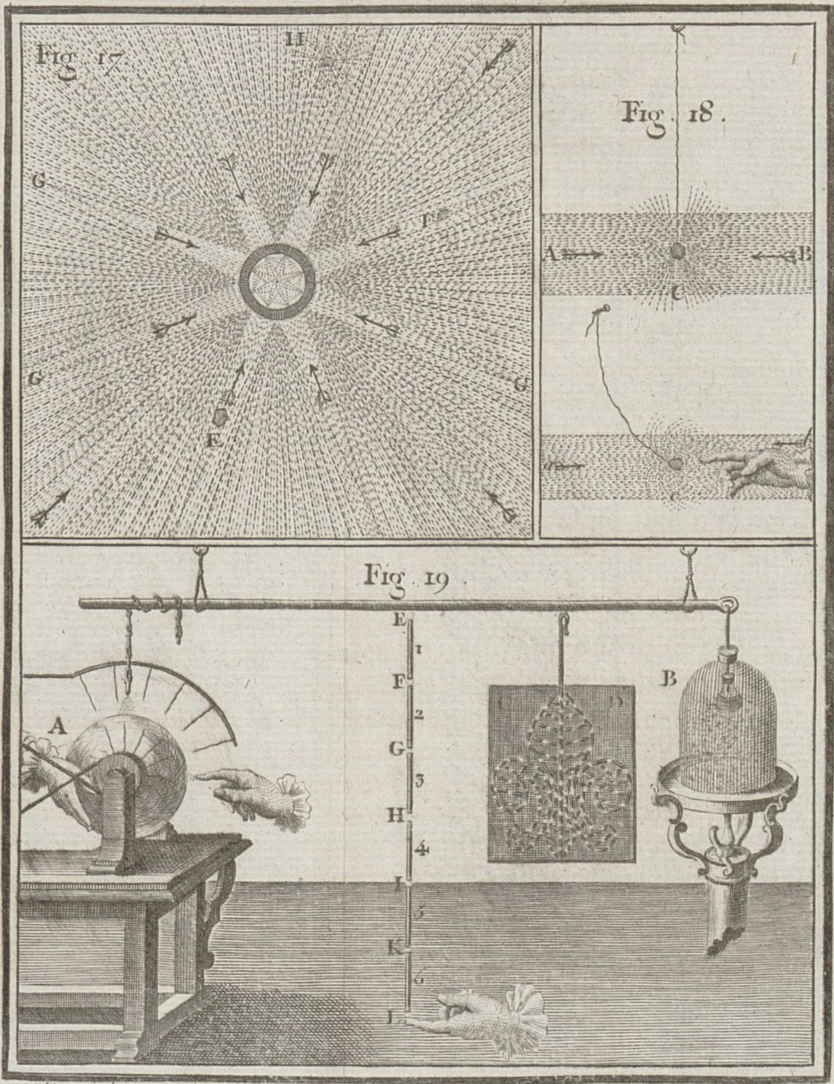
Cette explication convient non-ſeulement aux feux électriques, dont on fait briller les étoffes enrichies d'or & d'argent; mais encore à ceux qu'on voit pétiller en pareils cas, & ſerpenter ſur les couvertures des livres, ſur les papiers qui portent des ornements formés avec quelque matiere métallique, ſur la ſurface étamée des miroirs, le long des chaînes

XXI. LEÇON.

qu'on fait étinceller par un bout, &c.

Et comme les mouvements de la matiere électrique ſuivent volontiers les différentes directions qu'on peut faire prendre aux corps qui la tranſmettent, on peut arranger ſur un carreau de verre ou ſur une glace, ſuivant tel deſſein qu'on voudra, des petits quarrés de métal, par exemple, de ces feuilles d'étain dont on ſe ſert à étamer les glaces, qui ſe préſentent tous les uns aux autres par leurs angles, faiſant en ſorte que la ſuite de ces petits morceaux de métal ne faſſe qu'une ligne, qui pourra pourtant avoir toutes ſortes de courbures. Si l'on approche d'un corps fortement électriſé une des extrémités de cette ligne, tandis qu'on mettra la main à l'autre, on la fera étinceller; & toutes les petites lumieres, qui éclateront dans les intervalles, rendront viſible dans l'obſcurité le deſſein qu'on aura ſuivi. Cependant ſi ce deſſein étoit composé de lignes rentrantes ſur elles-mêmes, comme un cercle, une étoile, une fleur-de-lys *CD* (*fig.* 19) (*a*) il ne faudroit pas mettre le deſſein

(*a*) Cette partie *CD* de la figure 19 a été mal



Gobin del. et Sculp.

en entier ſur la même ſurface du verre, mais en mettre une partie ſur une ſurface & l'autre ſur l'autre, faiſant communiquer ces deux parties par une lame de métal non-interrompue qui iroit d'une ſurface à l'autre, afin que le tout ne fît qu'une ligne. Sans cette précaution les étincelles ne traceroient qu'une partie du deſſein.

V. FAIT.

Une perſonne électriſée, ſur-tout ſi elle l'eſt par le moyen du globe de verre, allume avec le bout de ſon doigt de l'eſprit-de-vin, ou une autre liqueur inflammable, légérement échauffée, que lui préſente une autre perſonne non-iſolée.

EXPLICATION.

Ce qui cauſe les inflammations électriques.

Il y a toute apparence que la matiere qui fait l'Electricité ou qui en opere les phénomenes, eſt la même que cet élément, qu'on appelle feu ou lumiere [3], & ſur l'exiſtence duquel preſque tous les Phyſiciens ſont d'accord aujourd'hui: or cette matiere quand elle eſt ani-

faite: la fleur-de-lys ne doit pas être pleine: & une portion de ſa circonférence doit être placée ſur l'autre ſurface du verre. Voyez là-deſſus mes *Lettres ſur l'Electricité*, *Part. III. pag.* 253 *& ſuiv. & les figures* 13, 14 *&* 15. *Pl.* 4.

XXI. LEÇON.

mée d'un certain degré de mouvement, & qu'elle eſt armée, pour ainſi dire, *de quelque matiere plus groſſiere qu'elle même* [3], devient capable d'entamer les autres corps, de les pénétrer, & de les réduire en flamme & en fumée. L'étincelle qui naît par le choc des deux matieres effluente & affluente, augmente juſqu'à cauſer l'inflammation d'une liqueur qui s'y trouve toute diſpoſée par ſa nature, & par un certain degré de chaleur qu'on lui a fait prendre.

Je ne crois pas ce degré de chaleur préparatoire d'une néceſſité abſolue pour le ſuccès de l'expérience ; dans le cas d'une Electricité très-forte, on enflammera peut-être l'eſprit-de-vin qui n'aura que la température ordinaire d'une chambre fermée, dans une ſaiſon moyenne : mais pour ſentir pourquoi l'on rend cette inflammation électrique plus facile en chauffant un peu la liqueur, qu'on ſe ſouvienne que l'étincelle qui produit cet effet, doit naître du choc des deux matieres ; ſavoir, de celle qui s'élance du doigt éléctriſé, & de celle qui vient de la liqueur en ſens contraire : or *toute matiere électrique*

ſort difficilement d'un corps ſolide ou fluide qui eſt gras, réſineux, ou ſulfureux comme de l'eſprit-de-vin, &c, à moins que ce corps n'ait été chauffé ou frotté 7.

XXI. LEÇON.

C'eſt encore pour cette raiſon qu'il vaut mieux tenir la liqueur qu'on veut enflammer, dans une cuiller de métal, ou dans le creux de la main que dans du verre, de la faïance, &c; car comme *la matiere électrique ſort des métaux & des corps vivants avec plus de force qne des autres* 7, celle qui viendra de la cuiller ou de la main, après avoir pénétré à travers la liqueur, donnera lieu à un choc plus violent, à une étincelle plus brûlante.

L'effet eſt toujours le même, ſoit que l'eſprit-de-vin ſoit tenu par la perſonne électriſée ou par l'autre; car de l'une ou de l'autre maniere on conçoit aiſément qu'il y a conflict des deux matieres effluente & affluente à la ſurface de la liqueur, & cela ſuffit pour l'inflammation. Ce qui prouve bien que cet effet dépend eſſentiellement du choc de ces deux matieres, c'eſt qu'il manque totalement, quand au lieu du doigt, on préſente un bâton de cire d'Eſpa-

XXI. LEÇON.

gne, ou un morceau de ſoufre, *d'où l'on ſait qu'il ne ſort point de matiere électrique* 7, ſinon quand elle eſt excitée par le frottement.

VI. FAIT.

Si l'on tient dans une main un vaſe de verre ou de porcelaine en partie plein d'eau, dans lequel ſoit plongé le bout d'une verge de métal électriſée, & qu'on approche l'autre main de cette verge pour exciter une étincelle, on ſent une violente & ſubite commotion dans les deux bras, & ſouvent même dans la poitrine, dans les entrailles, & généralement dans toutes les parties du corps (a) (*fig.* 20).

EXPLICATION.

Comment ſe fait la commotion dans l'expérience de Leyde.

TOUT nous indique, & nous porte à croire que *la matiere électrique eſt un fluide très-ſubtil, très-élaſtique, qui réſide par-tout au-dedans comme au-dehors des corps* 4. Il eſt par conſéquent au-dedans de nous-mêmes; & ſi nous en jugeons par la facilité avec laquelle il y entre & en ſort, par l'ex-

(*a*) On connoît maintenant ce fait ſous le nom d'*Expérience de Leyde*, parce que c'eſt dans cette ville qu'elle paroît avoir été faite pour la premiere fois.

trême fineſſe de ſes parties, par la porosité de notre matiere propre, nous n'aurons pas de peine à comprendre qu'il jouit en nous d'une parfaite continuité, & que ſes mouvements y peuvent être au moins ſemblables à ceux des autres fluides que nous connoiſſons mieux. Or, qu'arriveroit-il à un tonneau, ſi la liqueur qui le remplit étoit frappée par quelqu'endroit?

Tous ceux qui ont quelque idée de Phyſique, conviendront que le choc ſeroit réparti à toute la maſſe liquide, & que tous les points de la ſurface intérieure du vaiſſeau s'en reſſentiroient; on m'accordera encore que ſi la liqueur, au lieu d'un ſeul choc, en recevoit en même temps deux par des parties oppoſées, la commotion générale dont je viens de parler, en ſeroit plus forte. Hé bien, l'homme qui fait l'expérience de Leyde eſt dans un cas ſemblable à celui du tonneau. La matiere électrique dont il eſt rempli, & intimement pénétré, ſe trouve frappée ou répercutée tout à la fois par deux côtés oppoſés, dans le moment qu'il excite l'étincelle au conducteur; & c'eſt ce qu'il eſt

XXI. Leçon.

important de prouver.

Comme la matiere électrique devient lumineuſe quand elle eſt choquée, faiſons entrer des corps diaphanes dans notre expérience, & voyons ſi la commotion s'y rendra ſenſible par une lumiere interne; dans cette vue, au lieu d'une ſeule perſonne, j'en emploie deux, dont l'une tient le vaſe rempli d'eau, tandis que l'autre excite l'étincelle; & je leur fais tenir à chacune, par un bout, un tube de verre rempli d'eau. Lorſque l'exploſion ſe fait, & que les deux corps animés reſſentent la ſecouſſe, le tube intermédiaire qui les unit, brille d'un éclat de lumiere auſſi ſubit & d'auſſi peu de durée, que le coup qui ſaiſit les deux perſonnes appliquées à cette épreuve; n'eſt-il pas tout-à-fait probable qu'on verroit en nous la même choſe, ſi nous étions tranſparents comme le verre & l'eau?

Au lieu du tube plein d'eau, ſi les deux perſonnes qui font l'expérience, ſe préſentent mutuellement un œuf crud l'une à l'autre, à la diſtance de quelques lignes; au moment de la commotion, ſi c'eſt dans la nuit, ou

dans

dans un lieu obſcur, on voit étinceller l'extrémité de chacun des deux œufs, & tous les deux paroiſſent également remplis de lumiere, (*fig.* 21). XXI. LEÇON.

Mais ce qui prouve inconteſtablement que dans cette expérience, comme dans toutes les autres de ce genre, le feu électrique agit en deux ſens oppoſés, c'eſt que ſi on lui donne à percer des corps filandreux ou mols, comme du papier, des feuilles d'étain battu, &c, il forme de part & d'autre des bavures, par leſquelles il eſt aiſé de juger que les trous ont été faits par des agents directement oppoſés. *Voyez ma cinquieme Lettre ſur l'Electricité, page* 121, *&c. & le quatrieme Mémoire de M. Symmer, traduit & imprimé en François, chez Guérin & Delatour, pag.* 90. *& ſuiv.*

Mais d'où vient ce double choc de la matiere électrique? & pourquoi eſt-il plus violent dans le cas dont il s'agit, que dans les autres?

C'eſt un fait, que les étincelles qu'on tire d'un conducteur garni de verre par celle de ſes extrémités, qui eſt oppoſée au globe, ſont plus

fortes, plus ſenſibles, que celles qu'on tireroit du même corps ſans cette circonſtance ; j'en appelle au témoignage de tous ceux qui, voulant faire l'expérience de Leyde avec une verge de fer aboutiſſant dans une bouteille en partie pleine d'eau, ont préludé en approchant le doigt de ce conducteur ſeulemenr, avant que de tenir le vaſe : ils conviendront que les étincelles en pareil cas, pincent tout autrement qu'à l'ordinaire. Et en voici, je crois, la raiſon ; c'eſt que la matiere électrique pouſſée par le globe, ayant peine à percer à travers l'épaiſſeur de la bouteille, reflue en partie par le conducteur, & ſe précipite avec d'autant plus de force ſur le doigt qu'on y préſente ; *ce doigt étant pour elle un milieu de facile accès* [7]; delà naît un choc plus violent contre le courant de matiere électrique qui va du doigt au conducteur.

Mais ces deux courants, (celui qui vient du conducteur & celui qui coule du doigt) ſe répercutent mutuellement ; & ſuivant la loi des corps à reſſort, le reflux du premier s'annonce par un éclat de lumiere,

qui remplit odinairement la bouteille : & celui du ſecond deviendra ſenſible par une étincelle, ſi la perſonne qui fait l'expérience, au lieu de toucher la bouteille, approche ſon doigt d'un morceau de métal, ou de quelque autre corps ſemblable non-iſolé.

Si l'on ſuppoſe maintenant que la perſonne en tirant l'étincelle du conducteur, ait ſon autre main appliquée à la bouteille, on concevra aiſément qu'en cet endroit il doit y avoir un violent contre-coup cauſé par la rencontre des deux courants, devenus rétrogades par le premier choc. Je dis violent, parce que l'expérience nous montre que le verre électriſé donne à la matiere électrique qui le pénétre, une énergie qu'elle n'acquiert pas en traverſant les conducteurs ordinaires, ſoit qu'il réagiſſe ſur elle par le mouvement inteſtin dont il s'anime en s'électriſant, ſoit que ſa poroſité, par quelque qualité particuliere & ſecrete, lui procure une plus grand vîteſſe.

VII. FAIT.

Il faut, pour réuſſir dans l'expé-

XXI. LEÇON.

rience que j'ai rapportée pour ſixieme fait, que le vaſe qui contient l'eau ſoit de verre, de porcelaine, de grais ([a]). Un vaſe de métal, de bois, ou de quelque autre ſubſtance propre à faire des conducteurs, n'auroit pas le même ſuccès.

EXPLICATION.

Pourquoi dans cette expérience le vaſe qui contient l'eau doit être de verre, ou de quelque matiere vitrifiée.

C'EST une choſe indiſpenſablement néceſſaire que la main qui touche, avant qu'on excite l'étincelle, ne faſſe pas perdre à la verge de fer ſon Électricité; car ſi cela arrivoit, ce ſeroit fort inutilement qu'on eſſayeroit de faire étinceller cette verge avec l'autre main; & c'eſt un fait connu depuis long temps, *qu'on déſélectriſe aiſément* ([b]) *& promptement une barre de fer en la touchant avec la main* [7].

Un autre fait qui eſt auſſi conſtant, mais plus nouveau, c'eſt que le vaſe de verre rempli d'eau, le-

(*a*) J'ai reconnu depuis que le cryſtal de roche, le talc, & quelques autres matieres dures & tranſparentes du regne minéral, peuvent tenir lieu de verre dans l'expérience de Leyde.

(*b*) J'appelle ici *déſélectriſer*, ôter au conducteur des ſignes d'Electricité, qui ſe manifeſtent ſur ſa longeur quand il eſt iſolé.

quel s'électriſe par communication dans cette expérience, ne ceſſe pas d'être fortement électrique, pour être touché ou manié par la perſonne non-iſolée qui le ſoutient ; cet attouchement fait au vaſe ne change donc rien à l'état de la verge de fer qui lui tranſmet l'Électricité : ainſi l'on pourra toujours faire étinceller cette verge, & par conſéquent exciter la commotion qui eſt le réſultat ordinaire de cette épreuve, tant que la verge de métal qui conduit l'Électricité ſera plongée dans un vaſe de verre ou de porcelaine, parce que les matieres vitrifiées, ou à demi-vitrifiées, lorſqu'elles deviennent fortement électriques, *continuent de l'être aſſez long-temps, quoique touchées par des corps qui ne le ſont pas* [18].

XXI. LEÇON.

La bouteille électriſée pour l'expérience de Leyde, perd ſon Électricité peu-à-peu, mais elle eſt très-long-temps à la perdre entiérement : je lui en ai trouvé des ſignes encore très-ſenſibles après un eſpace de temps de plus de 36 heures ; & ce qu'il y a de ſingulier & de très-vrai, quoi qu'en diſent quelques Auteurs, c'eſt que cette Électricité ſe conſerve

XXI. LEÇON.

mieux & plus long-temps, quand la bouteille eſt poſée ſur des corps électriſables par communication, que quand elle eſt iſolée, ou poſée ſur du verre : apparemment parce que dans le premier cas le ſupport fournit des *affluences* de matiere électrique, & reçoit en lui les *effluences* de la bouteille, *ce que ne peut pas faire auſſi bien une matiere telle que le verre qui n'a été ni frotté, ni chauffé* 7. Voyez ſur cela mon *Eſſai ſur l'Electricité des corps*, *pag*. 203.

Reflexions.

Epoque de l'Expérience de Leyde.

L'EXPÉRIENCE que je viens d'expliquer, n'a été connue en France qu'au commencement de l'année 1746, par deux lettres datées de Leyde, l'une de feu M. Muſchenbroek à feu M. de Réaumur, & l'autre de M. Allaman à moi, leſquelles nous l'annoncerent comme une nouvelle découverte, & dans des termes capables d'effrayer. Ces Meſſieurs ne nous ayant point marqué expreſſément par qui elle avoit été faite pour la premiere fois, je pris le parti de la nommer *l'Expérience de Leyde*, nom qu'elle a toujours porté depuis. Je m'appliquai particuliérement, &

par ordre de l'Académie, à revoir ce ſingulier phénomene, à l'examiner dans toutes ſes circonſtances, pour être en état de dire en quoi il conſiſte eſſentiellement, & quelles en ſont les cauſes immédiates, ou du moins les plus prochaines. Au bout de trois mois, j'en rendis compte par un Mémoire (a) où l'on trouve à ce ſujet beaucoup de détails dont voici les principaux articles:

XXI. LEÇON.

1°, La qualité du verre qu'on emploie dans cette expérience, ne tire point à conſéquence; le plus commun comme le plus fin m'a paru réuſſir également, toutes choſes égales d'ailleurs.

2°, Le verre n'eſt point la ſeule matiere avec laquelle on puiſſe faire l'expérience; j'y ai ſubſtitué, avec un certain ſuccès, la porcelaine, l'émail, le grais, le cryſtal de roche, le talc, &c.

3°, Quand la bouteille eſt d'un verre mince, elle vaut mieux que s'il étoit plus épais.

4°, Une grande bouteille vaut mieux qu'une petite; juſqu'à un certain

(a) Mémoires de l'Académie Royale des Sciences 1746, *pag.* 1 *& ſuiv. Pl.* 1, *fig.* 1.

XXI. LEÇON.

point cependant ; car quand la ſurface du verre eſt exceſſivement grande, elle ne procure point un plus grand effet, que ſi elle étoit moindre.

5°, La figure eſt une choſe fort indifférente ; on peut ſe ſervir d'une capſule ou d'une jatte, auſſi-bien que d'une bouteille (*fig.* 22).

6°, Il eſt néceſſaire que le vaiſſeau de verre ſoit bien ſec & bien eſſuyé au-dehors ; & même au-dedans, à la partie qui n'eſt point remplie d'eau.

7°, Car c'eſt une attention qu'on doit avoir de ne le point remplir entiérement.

8°, L'eau qu'on met dans le vaiſſeau ou dans cette bouteille, peut être froide ou chaude: il m'a paru que l'effet pouvoit devenir plus grand avec l'eau chaude ; mais comme elle s'exhale en vapeur, elle mouille la partie du vaiſſeau qui doit reſter vuide & ſeche, & c'eſt un inconvénient,

9°, J'ai ſubſtitué à l'eau, du mercure, du menu plomb à giboyer, des broquettes, de la limaille de fer, de cuivre, &c, avec un plein ſuccès ; cependant il m'a ſemblé que l'eau faiſoit encore mieux.

10°. Les

10°, Les huiles, le ſoufre fondu, l'eſprit-de-vin, & généralement toutes les matieres graſſes ou ſpiritueuſes, m'ont mal réuſſi.

11°, L'effet eſt plus grand & plus sûr, quand la bouteille repoſe ſur la main d'un homme, ou ſur un ſupport électriſable par communication, que lorſqu'on la laiſſe iſolée; mais il eſt sûr que dans ce dernier cas elle s'électriſe aſſez pour donner la commotion.

12°, Une choſe abſolument eſſentielle, c'eſt qu'il s'établiſſe une communication non interrompue entre la ſurface extérieure de la bouteille, & le conducteur qui y tranſmet l'Electricité.

13°, Cette communication peut ſe faire par une ſeule perſonne qui ait une main appuyée à la bouteille, tandis qu'avec l'autre main elle excite une étincelle au conducteur; mais on peut auſſi former cette communication avec pluſieurs qui ſe tiennent par la main ou autrement, & dont la premiere tienne la bouteille, tandis que la derniere fait étinceller le conducteur; j'en ai employé juſqu'à 300 avec une pleine réuſſite.

XXI. LEÇON.

14°, Cette même communication peut être formée avec toute autre choſe que des corps animés ; mais il eſt de toute néceſſité que les corps qu'on emploie à cet uſage ſoient de ceux qu'on nomme *Conducteurs*, c'eſt-à-dire, électriſables par communication.

15°, Il n'eſt pas néceſſaire que ces corps, qui forment la communication, ſoient iſolés.

16°, Les autres corps qui touchent ceux par qui la communication eſt formée, ne participent point à la commotion que ceux-ci éprouvent.

17°, Les corps qui forment la communication, & en qui ſe paſſe la commotion, ne donnent extérieurement aucun des ſignes ordinaires d'Electricité ; ils n'attirent & ne repouſſent point les corps légers qui ſont autour d'eux.

18°, La commotion, dans l'expérience de Leyde, ſe tranſmet par les matieres fluides comme par les ſolides.

19°, Cette même commotion s'étend à des diſtances prodigieuſes, en un clin d'œil.

20°, Elle peut être aſſez violente pour tuer des animaux : & ceux qui périſſent ainſi, ſe trouvent après la mort, dans l'état de ceux qui ſont foudroyés par le tonnerre. XXI. LEÇON.

21°, Il n'eſt pas beſoin d'employer un vaiſſeau creux, ni de l'emplir d'eau; un carreau de verre enduit de quelque métal de part & d'autre, peut être mis en place de la bouteille : mais alors il faut laiſſer à l'une & à l'autre ſurface 2 pouces de bords qui ne ſoient point enduits (*fig.* 23.)

22°, Un bout de tuyau de verre, enfilé ſur le conducteur, m'a ſouvent fait reſſentir la commotion, lorſque j'y penſois le moins.

23°, En 1747, je fis voir, que l'expérience de Leyde peut ſe faire très-bien avec un vaiſſeau de verre qui ne contienne ni eau, ni métal, mais qui ſoit ſeulement bien purgé d'air : *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1747, *pag.* 24. Enfin je ſais de bonne part, qu'une perſonne a reſſenti une commotion ſemblable à celle qui caractériſe l'expérience de Leyde, en frottant d'une main le dos d'un

XXI. LEÇON.

chat, tandis que l'autre main étoit à une très-petite diſtance du nez de l'animal; cet effet eſt rare, parce qu'il faut un temps très-favorable à l'Electricité, un chat très-électriſable; & ſi l'on en fait l'eſſai, on doit le tenir ſur quelque étoffe de ſoie, & le frotter un certain temps avant que de porter le doigt à ſon nez (*fig.* 24).

De tous ces faits bien conſtatés, il y a 16 ou 17 ans, j'ai tiré la conſéquence ſuivante dans laquelle je perſiſte, ſavoir:

Conſéquence tirée de ces réſultats.

QUE dans l'expérience de Leyde, tout conſiſte à électriſer fortement par communication un corps, de telle eſpece qu'il puiſſe être, (pourvu qu'il ſoit de ceux qu'on peut toucher pendant un certain temps ſans les déſélectriſer), ce corps touchant d'une part au conducteur iſolé, par où il s'électriſe, & de l'autre à un conducteur, iſolé ou non, qui tire une étincelle du premier.

VIII. FAIT.

Un globe ou un tube de verre, dont on a ôté l'air par le moyen

Gobin del. et Sculp.

d'une machine pneumatique ou autrement, devient tout lumineux en dedans, lorſqu'on le frotte par dehors, & ne donne aucun autre ſigne un peu conſidérable d'Electricité ; c'eſt-à-dire, qu'on ne lui voit attirer ni repouſſer ſenſiblement les corps légers qu'on lui préſente, & qu'on ne reſſent & n'apperçoit autour de lui aucune de ces émanations qui s'y font ſentir, quand il eſt frotté dans ſon état ordinaire.

Il ſe préſente ici deux effets ; le premier eſt cette lumiere diffuſe qu'on voit briller dans le vaiſſeau purgé d'air ; le ſecond eſt la privation de l'Electricité, occaſionnée par le vuide.

EXPLICATION.

D'où naît cette lumiere diffuſe qui brille dans les vaiſſeaux de verre qu'on électriſe après les avoir purgés d'air.

L'ÉLÉMENT du feu, ce fluide ſubtil, qui ſelon toute apparence, ne laiſſe aucun eſpace vuide dans la nature, remplit ſeul la capacité du vaiſſeau purgé d'air : il jouit d'une mobilité parfaite, parce qu'il n'eſt embarraſſé par aucune ſubſtance étrangere, & que la continuité de ſes parties ne ſouffre aucune inter-

XXI. Leçon.

ruption : dans cet état il reçoit avec autant de facilité que de promptitude, les ſecouſſes réitérées que lui impriment les parties du verre agitées par le frottement ; or le feu purement élémentaire, & qui n'eſt uni à aucune autre matiere capable de retarder ſon expanſion s'allume au moindre mouvement, mais ſon inflammation ſe termine à une ſimple & ſubite lueur.

Pourquoi ces vaiſſeaux ne montrent aucuns ſignes d'Electricité au-dehors.

Quant au ſecond effet, il vient de ce que la matiere électrique, *que le verre frotté a coutume de lancer dans l'air qui l'environne, ſe porte de préférence dans l'intérieur du vaiſſeau où l'on a fait le vuide* 8 & 10, parce qu'elle y trouve moins de réſiſtance : dès qu'il n'y a plus d'effluences au-dehors, les affluences n'ont plus lieu, non plus que les attractions & les répulſions, qui ſont les effets ordinaires de ces deux courants.

Pourquoi certains Barometres ſont lumineux.

La matiere électrique devient toujours lumineuſe dans le vuide, ſoit que le vaiſſeau ſoit frotté par dedans ou par dehors ; elle le devient également par l'action même des parties du verre frotté, ou par le choc d'une matiere ſemblable introduite

par un conducteur, ou tamiſée à travers l'épaiſſeur du vaiſſeau; c'eſt pour cela qu'un barometre qui a été rempli au feu, paroît tout lumineux dans ſa partie ſupérieure, lorſqu'en faiſant balancer le mercure, on excite un frottement contre la ſurface intérieure du tube: c'eſt encore par la même raiſon qu'on fait naître des élancements de lumiere dans un matras purgé d'air, quand on le frotte extérieurement, ou quand on agite un peu de mercure qu'on y a renfermé à deſſein. Enfin on produit un effet aſſez ſemblable dans un globe de verre dont on a épuiſé l'air, en le faiſant tourner vis-à-vis, & à une petite diſtance d'un autre globe qu'on électriſe à l'ordinaire par le frottement; dans ce dernier cas, ce ſont les effluences du globe frotté, qui pénétrant dans l'autre, allument par leur choc la matiere électrique qu'il renferme.

IX. FAIT.

Un globe de verre enduit de cire d'Eſpagne par-dedans, & que l'on frotte après l'avoir purgé d'air, de-

XXI. LEÇON.

vient lumineux intérieurement comme dans le huitieme fait; mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'eſt qu'en regardant par un des poles (que l'on a ſoin de ne point enduire comme le reſte), on apperçoit la main & les doigts de celui qui frotte, nonobſtant l'opacité naturelle de la cire d'Eſpagne.

EXPLICATION.

Pourquoi dans l'expérience d'Haukesbée on apperçoit la main qui frotte le globe, à travers la cire d'Eſpagne dont il eſt enduit intérieurement.

LA matiere électrique qui ſort de la main [14], *contre celle qui fait effort pour ſortir du verre frotté* [10], s'anime d'un mouvement qui la rend lumineuſe; des morceaux d'agathe ou des cailloux qui ſe heurtent, paroiſſent tout brillants de lumiere dans l'obſcurité : pourquoi la matiere électrique, plus dure & plus élaſtique que ces corps, ne produiroit-elle pas un pareil effet par le choc de ſes parties? Les doigts ſe diſtinguent donc, & ſe deſſinent par la lumiere qui naît entr'eux & le verre; & cette lumiere qui n'eſt autre choſe que la matiere électrique enflammée, ſe communique de proche en proche, & ſuivant l'ordre des parties frot-

tantes, *à la matiere électrique réſidente dans la couche de cire d'Eſpagne qui enduit intérieurement le globe 4*; & donne par-là à cette cire naturellement opaque, aſſez de tranſparence pour tranſmettre l'image de la main appliquée au vaiſſeau.

XXI. LEÇON.

X. FAIT.

Le conducteur électriſé par un globe de verre, lance des aigrettes très-grandes & très-épanouies; & les pointes de métal qu'on y préſente, ne produiſent que des feux beaucoup plus courts (des points lumineux) (*A*, *fig.* 25).

Obſervations importantes.

Avant que d'entrer dans l'explication de ce fait, il eſt à propos de remarquer, 1°, Qu'il n'a lieu que quand le corps non-iſolé qu'on préſente au conducteur, eſt terminé par une pointe fort aiguë; car, quoique pointu, s'il eſt fort mouſſe, il produit une aigrette ou une gerbe de rayons lumineux, dont l'éruption n'eſt point équivoque.

2°, Qu'aux pointes mêmes les plus aiguës, le point lumineux bien obſervé, eſt une véritable aigrette

XXI. LEÇON.

qui s'élance vers le conducteur, comme il a été prouvé dans la ſeconde Section.

3°, Que ces feux plus ou moins marqués, ſuivant la nature, la grandeur, la forme, le degré de proximité du corps non-iſolé qui les produit, ſont toujours moins grands, moins continus, que ceux qui viennent du conducteur contre eux.

EXPLICATION.

Pourquoi la pointe non-iſolée, qu'on préſente à un conducteur électriſé par le verre, ne montre qu'une très-petite aigrette, un point lumineux.

Après les trois remarques que je viens de faire, on doit conſidérer que *des deux courants de matiere électrique, d'où dérivent tous les phénomenes de ce genre, il faut preſque toujours en ſuppoſer un plus fort que l'autre* 12 : ſans cela les effluences ne pourroient s'élancer au-dehors, ni les affluences s'avancer vers le corps électriſé : ſans cela le choc qui rend ces deux matieres lumineuſes, les réduiroit auſſi au repos, ou les feroit rétrograder toutes deux ; ſans cela il n'y auroit ni attractions, ni répulſions, ces mouvements apparents n'étant que l'effet ſenſible de la matiere inviſible qui entraîne

les petits corps d'un côté ou de l'autre.

On attribue avec beaucoup de vraiſemblance, les émiſſions électriques (les effluences) au mouvement de vibration, que le frottement excite dans les parties du corps qu'on électriſe. Or le verre ayant plus de roideur & de reſſort que toutes les autres ſubſtances qui ſont électriſables comme lui, eſt plus ſuſceptible qu'aucune d'elles, de cette eſpece de mouvement; il doit, par conſéquent, lancer avec ſupériorité la matiere électrique, ou dans l'air, ou dans les conducteurs qui ſont à ſa portée.

Auſſi l'expérience eſt-elle tout-à-fait d'accord avec ce raiſonnement. Autour du verre nouvellement frotté, autour d'une barre de fer qui reçoit de lui l'Electricité, on ſent, & plus fortement & de plus loin, les émanations électriques, qu'autour du ſoufre, de la cire d'Eſpagne, &c; les feux électriques lancés par ces dernieres ſubſtances, ſont toujours beaucoup moins apparents que les aigrettes d'un conducteur électriſé par le verre.

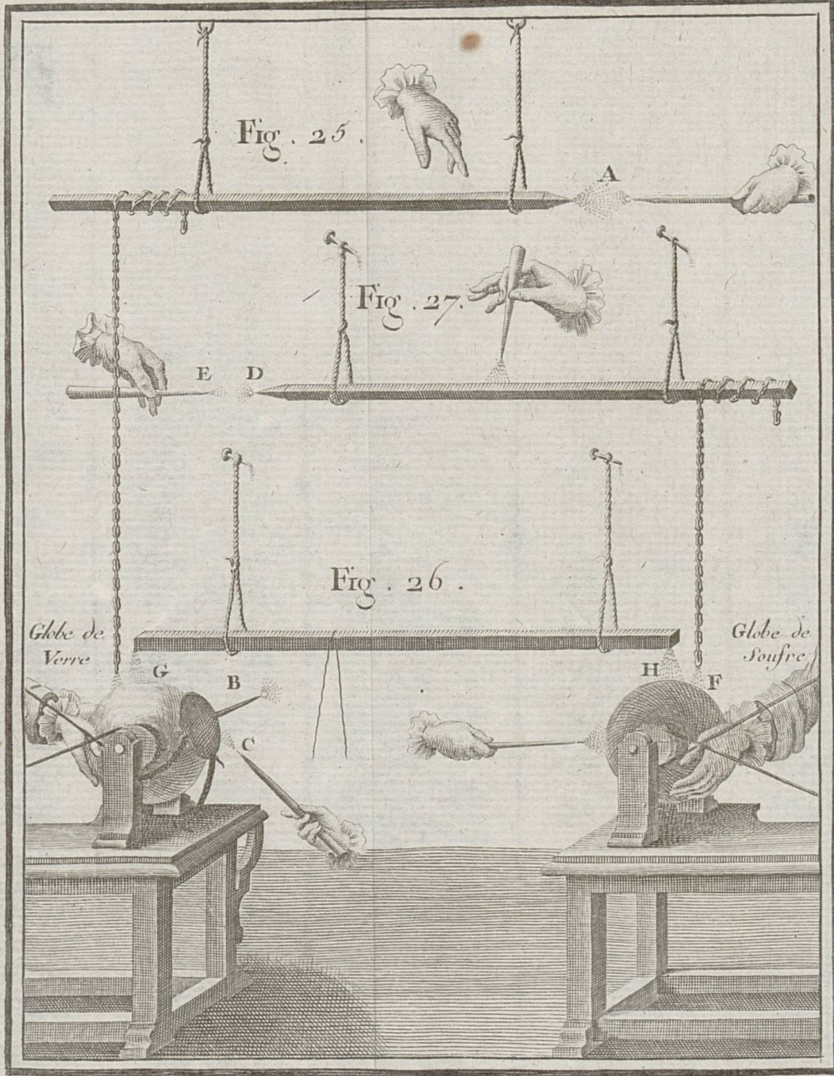
XXI. Leçon.

Plus les effluences ſont fortes, ſoit par la vîteſſe de leur mouvement, ſoit par la denſité de leurs rayons, moins les affluences trouvent de facilité pour ſe porter au corps électriſé : celles-ci doivent donc déboucher difficilement du doigt d'un homme non-iſolé, ou d'une pointe qui ſe trouve vis-à-vis d'un conducteur qu'on électriſe avec le verre ; & c'eſt par cette raiſon, ſans doute, qu'un corps très-aigu ne produit en pareil cas qu'une aigrette très-mince & très-courte, & que d'un corps plus mouſſe, le même feu, quoique plus ample & plus nourri, ne ſort que par des éruptions interrompues.

XI. Fait.

Si le couſſin ou l'homme qui frotte le globe de verre, eſt iſolé, & qu'il ait quelque partie ſaillante & pointue qui ſe porte dans l'air ; au lieu d'une aigrette ſemblable à celle du conducteur *A* (*fig.* 25) on ne voit à cette pointe *B*, (*fig.* 26) qu'un feu très-court, un point lumineux.

Mais obſervez que ce point lumi-



Gobin del. et Sculp.

neux vu à la loupe, ſi la vue ſimple ne ſuffit pas, eſt une véritable aigrette, qu'il a un mouvement progreſſif en avant, ce qu'on reconnoît aiſément en lui préſentant la fumée d'une chandelle nouvellement éteinte, la flamme d'une petite bougie, ou le revers de la main, pour ſentir le ſouffle qui ſort de la pointe lumineuſe.

XXI. LEÇON.

EXPLICATION.

Pourquoi la pointe d'un couſſin iſolé qui frotte le verre, ne montre qu'une très-petite aigrette, un point lumineux.

CE feu électrique eſt court, parce que ce ſont des effluences foibles dans leur origine, & retardées dans leur mouvement par des affluences accélérées.

La force des effluences vient principalement, comme nous l'avons dit, des vibrations libres des parties du verre : ſous le couſſin, ou ſous la main qui frotte, ce mouvement eſt gêné par l'attouchement ; & les pores du verre plus dilatés en cet endroit que par-tout ailleurs, ſont plus diſpoſés à recevoir la matiere électrique, qu'à la pouſſer au-dehors. Il ne peut donc naître delà que des émiſſions foibles & languiſſantes ; &

XXI. LEÇON.

une preuve que les affluences profitent de cet affoibliſſement, pour entrer en plus grande abondance dans le couſſin qui frotte, c'eſt que ſi l'on y préſente une lame mince, ou une pointe de quelque métal à la diſtance d'un pouce ou environ, on en verra couler un feu plus ample & plus alongé, que ſi on la préſentoit au conducteur ou au globe. (*C, fig.* 26).

XII. FAIT.

Quand on électriſe avec le globe de ſoufre, un conducteur terminé en pointe, au lieu d'une belle aigrette comme dans le dixieme fait, on n'apperçoit qu'un corps lumineux à l'extrémité la plus reculée du globe. (*D*, *fig.* 27); & ſi l'on y préſente une pointe non-iſolée, elle produit une aigrette *E*, plus alongée que le point lumineux qu'on y verroit, ſi elle étoit vis-à-vis le conducteur électriſé avec du verre.

EXPLICATION.

Pourquoi l'on ne voit qu'un feu

DÈs qu'il eſt bien prouvé par les expériences que nous avons rappor-

XXI. Leçon.

Très-court, un point lumineux, à la pointe d'un conducteur électriſé par le ſoufre.

tées dans la ſeconde Section, que les points lumineux ſont de véritables effluences de la matiere électrique, le fait dont il eſt ici queſtion, nous indique par l'inſpection même des feux qu'on obſerve en *D* & en *E*, & encore en obſervant les écoulements lumineux qui ſe répandent en *F* du conducteur ſur le globe, que les effluences excitées par le ſoufre ſont moins fortes que les affluences auxquelles il donne lieu, quand il eſt frotté : j'en vois une raiſon aſſez plauſible, en obſervant que ce minéral, quoique dur & élaſtique, ne l'eſt pas à beaucoup près autant que le verre, ce qui fait qu'il ne peut pas lancer avec autant de force que lui le fluide électrique qu'il a reçu dans ſes pores. Mais s'il a moins de reſſort & de réaction, il ſe dilate davantage que lui : le moindre frottement, le moindre degré de chaleur, ouvre ſes pores juſqu'à faire craquer toute la maſſe, & même juſqu'à la briſer : il eſt tout ſimple qu'avec cette qualité, il reçoive & abſorbe, pour ainſi dire, plus aiſément la matiere électrique, qu'il ne la pouſſe au-dehors.

XXI. LEÇON.

Mais, dit-on, puiſque cela arrive toujours ainſi avec le ſoufre, la cire d'Eſpagne, le couſſin iſolé qui frotte le verre, & que l'on voit toujours le contraire avec le globe de verre, n'eſt-on pas bien fondé à admettre deux eſpeces d'Electricités, l'une appartenante au verre, & l'autre aux matieres réſineuſes?

La différence qu'on obſerve entre les feux électriques produits par le ſouffre, & ceux que le verre fait naître, ne ſuffit pas pour établir l'exiſtence de deux électricités eſſentiellement différentes.

A PARLER exactement, je ne penſe pas qu'on puiſſe dire qu'il y a dans la nature deux Electricités *eſſentiellement différentes* : parce que dans l'Electricité produite par le verre, comme dans celle qui naît du ſonfre & des matieres que nous nommons *réſineuſes*, c'eſt le même fluide qui agit, & qu'il agit toujours de même ; c'eſt-à-dire, en ſe partageant en deux courants dont les directions ſont oppoſées ; & parce que les différences qu'on remarque dans ces deux Electricités, ne ſont que des *plus* & des *moins*, ou de ſimples accidents qui ne touchent point à la nature des choſes : mais à cela ne tienne que je ne ſois d'accord avec ceux qui s'obſtinent ſur la néceſſité d'admettre ces diſtinctions ; je dirai, tant qu'on voudra,

voudra, que l'Electricité du verre ſe diſtingue de celle du ſoufre, par la grandeur & l'arrangement des feux qu'elle produit; j'appellerai la premiere Electricité *en plus*, & la ſeconde Electricité *en moins*, pourvu que l'on convienne que dans celle ci & dans celle-là, il y a toujours deux courants de matiere qui vont en ſens contraires l'un de l'autre.

XXI. LEÇON.

XIII. FAIT.

Un conducteur iſolé entre deux globes, l'un de verre, l'autre de ſoufre, que l'on électriſe le plus également qu'il eſt poſſible, n'acquiert, dit-on, *aucune* Electricité, ou perd *entiérement* celle qu'il a.

C'eſt ainſi que ce fait eſt énoncé par quelques auteurs qui admettent dans la nature *deux Electricités eſſentiellement différentes, & qui ſe détruiſent mutuellement dans le même ſujet.* Mais pour dire les choſes comme elles ſont, il eſt vrai que les ſignes ordinaires & extérieurs de la vertu électrique diminuent ſenſiblement dans toute la longueur d'une barre de fer diſpoſée comme je viens de

Correctif à mettre dans l'énoncé de ce fait.

XXI. LEÇON.

le dire ; je conçois même comme poſſible qu'ils diſparoiſſent tout-à-fait : je dis que je le conçois comme poſſible, parce que je ne l'ai jamais vu complétement, quelque peine que je me ſois donnée pour cela, & quelque intérêt qu'on eût à me le montrer. Mais ce qu'on ne manque jamais de voir aux deux extrémités du conducteur dont il s'agit, ce ſont deux écoulements très-ſenſibles de matiere électrique enflammée, dont l'un plus foible *G*, ſe répand ſur le globe de verre, & l'autre plus fort & plus marqué *F*, ſur le globe de ſoufre. *Voyez* la *Figure* 26.

Obſervation importante à faire dans cette expérience.

Ces deux écoulements de matiere électrique venant ſur-tout d'un corps iſolé, prouvent, je crois, d'une maniere inconteſtable, que ce corps n'eſt point *entiérement* dépourvu d'Electricité ; ils prouvent encore auſſi clairement, que l'une des deux Electricités, ne détruit pas l'autre, puiſqu'elles réſident en ſi bonne union dans la même barre de fer.

Il me reſte donc à expliquer ce qui reſte de vrai dans le fait, c'eſt à-dire, la diminution, ou même ſi l'on

veut, l'extinction des ſignes d'Electricité ſur la longueur de cette barre, les écoulements lumineux qu'on apperçoit aux deux extrémités, & la différence de grandeur qu'on remarque à ces feux.

XXI. LEÇON.

EXPLICATION.

Explication du fait réduit à ſa juſte valeur.

UN globe de verre ou de ſoufre, qu'on fait agir ſur un conducteur iſolé, fait deux choſes en même temps : *il reçoit de lui un courant de matiere électrique* 16; c'eſt ce qu'on apperçoit en G ou en *H* ſous la forme d'une frange ou d'une aigrette lumineuſe: *Il pouſſe une pareille matiere qui ſe répand dans toute l'étendue de ce même conducteur, & qui en ſort de toutes parts pour ſe répandre dans l'air* 15.

Mais comme l'air groſſier *n'eſt point un milieu de facile accès pour ces effluences* 8, elles ceſſent de s'y jetter auſſi-tôt qu'elles trouvent un corps plus aiſé à pénétrer; & comme ce ſont elles qui déterminent les affluences, il n'y a plus de celles-ci par-tout où celles-là viennent à manquer.

Si l'on conſidere maintenant que

XXI. LEÇON.

le verre & le ſoufre, lorſqu'on les frotte, peuvent offrir à la matiere électrique des paſſages plus libres que l'air ne lui en préſente[7], on comprendra aiſément pourquoi la barre de fer iſolée entre nos deux globes, n'exerce plus ni attraction, ni répulſion; pourquoi elle ne donne plus d'étincelles: car ſi chaque globe frotté avec une certaine proportion, dilate ſes pores autant qu'il le faut, pour abſorber juſtement la quantité de matiere électrique, dont l'autre peut charger le conducteur, les deux courants de matiere électrique s'établiront uniquement dans l'intérieur de la barre de fer, ne ſortiront que par les deux extrémités, & rien ne refluera dans l'air ambiant; il n'y aura donc ni attraction, ni répulſion, ni étincelles, parce que ces effets ſuppoſent des effluences & des affluences.

Je ſuppoſe ici que les ſignes d'Electricité diſparoiſſent entiérement ſur toute l'étendue du conducteur; s'ils n'étoient qu'affoiblis ou diminués, comme cela arrive ordinairement, il eſt aiſé de voir d'où cela

vient. Si l'un des deux globes pouſſe vers l'autre plus de matiere que celui-ci n'en peut recevoir, le reſte produira des effluences, mais en moindre quantité qu'il n'y en auroit ſans l'action du globe abſorbant.

Si le courant de matiere qui arrive au globe de ſoufre, eſt plus marqué, plus abondant que celui qui ſe répand ſur le globe de verre; c'eſt, comme je l'ai déja dit, *que le ſoufre frotté ou chauffé, eſt plus propre à recevoir qu'à lancer le fluide électrique* [7], le dilatabilité de ſes pores étant plus grande que la réaction de ſes parties; le verre eſt diſpoſé tout autrement, & les deux courants s'accommodent aux diſpoſitions reſpectives & actuelles des deux globes.

Conclusion.

Je ne puis m'étendre davantage ſur l'explication des phénomenes électriques, ſans groſſir exceſſivement ce volume; je crois avoir compris dans cette Section les plus difficiles & les plus intéreſſants; le Lecteur qui prendra la peine de bien entendre les principes que j'ai employés, en pourra faire de lui-même une application plus étendue, ſe

XXI. LEÇON.

rendre raiſon des faits dont j'aurai omis de parler, & trouver la ſolution des difficultés que je n'aurois pas prévenues.

J'en ai dit aſſez ſur cette matiere pour aſſortir mes Leçons de Phyſique, qui ne ſont qu'un ouvrage élémentaire ; un plus grand détail ſurchargeroit le commun des Lecteurs, & ne doit avoir lieu que dans un Traité *ex profeſſo* : au reſte, ſi l'on en veut ſavoir davantage, on pourra lire mon *Eſſai ſur l'Electricité des corps* ; mes *Recherches ſur les cauſes particulieres des Phénomenes électriques* ; & ſur-tout mes *Lettres ſur l'Electricité*, où l'on trouvera les dernieres découvertes qui ont été faites dans cette partie de la Phyſique, leur appréciation, & les différentes opinions qu'elles ont fait naître.

FIN.

TABLE DES MATIERES

Contenues dans ce Volume.

XVIII. LEÇON.

Sur les mouvements des Aſtres, & ſur les Phénomenes qui en réſultent.

PRÉAMBULE, où l'on expoſe l'objet de cette leçon, page 1.
Ce que c'eſt qu'un ſyſtême aſtronomique; & quel eſt celui qu'on ſe propoſe de ſuivre. 5.
Deſcription d'un inſtrument nommé *Orrérie*, ou PLANETAIRE artificiel. 8.

I. SECTION,

Dans laquelle on donne une idée générale des Phénomenes céleſtes, ſelon le ſyſtême de Copernic. 12.

I. OPERATION du Planétaire. *Ibid.*
APPLICATIONS de ce qui a été repréſenté par la premiere opération du Planétaire. 14.
Diſtinction des aſtres en deux claſſes. Etoiles fixes, planetes. *Ibid.*
Figure & couleur du Ciel étoilé. 16.

Conſtellations ; leur origine, leurs noms, leur nombre, leurs places au Ciel, &c. 22.
Différentes grandeurs des étoiles fixes, informes, nébuleuſes, voie lactée. 27.
Le Soleil, ſa nature, ſa place dans l'univers, ſes fonctions, ſa grandeur, ſa figure, ſa ſplendeur, ſes taches, ſon mouvement propre, &c. 31.
Planetes du premier & du ſecond ordre ; leur nature, leur nombre, leurs poſitions, leurs grandeurs, leurs diſtances reſpectives, leurs mouvements, leurs phaſes, &c. 36.
II. OPERATION du Planétaire. 48.
APPLICATIONS, par leſquelles on fait voir d'où proviennent les différents aſpects des planetes, leurs conjonctions, leurs oppoſitions, leurs phaſes, &c. 49.
III. OPERATION du Planétaire. 53.
APPLICATIONS, qui font connoître la figure des *orbites* ; ce qu'on doit entendre, par *excentricité*, *aphélie*, *périhélie*, *moyenne diſtance*, *apogée*, *périgée*, *apſides*, *&c.* ce qui fait varier la grandeur apparente d'un aſtre. *Ibid.*
Irrégularités apparentes dans la marche des planetes ; ce qui les rend *directes*, *rétrogrades*, *ſtationnaires*, *&c.* 56.
IV. OPERATION du Planétaire. 58.
APPLICATION de cette opération, pour rendre raiſon des irrégularités apparentes des planetes, ſelon le ſyſtême de Copernic. 59.
V. OPERATION du Planétaire. 63.
APPLICATION de cette opération pour expliquer les irrégularités des planetes, ſuivant le ſyſtême de Ptolémée. 64.
Les planetes s'éclipſent rarement, malgré leurs fréquentes oppoſitions & conjonctions. 66.
VI. OPERATION du Planétaire. 67.

Application de cette opération, pour faire voir la cauſe du phénomene précédent, dans l'inclinaiſon des orbites des planetes. 68.

Nœuds des orbites; latitude, tant ſeptentrionale que méridionale. 69.

Cometes; leur nature & leur figure. 70.

D'où vient la rareté de leurs apparitions. 71.

Aberration de leurs orbites, par rapport à l'Ecliptique. 73.

Leurs rétrogradations, par rapport à l'ordre des ſignes du Zodiaque. *Ibid.*

Prédictions de leur retour, vérifiées. 74.

II. SECTION,

Où l'on fait connoître plus particuliérement les mouvements du Soleil, de la Terre & de la Lune, avec les phénomenes qui en réſultent. 75.

VII. Operation du Planétaire. 76.

Applications de cette opération; où il eſt queſtion de la figure de la Terre. 79.

De l'horizon, tant rationel que ſenſible. 81.

Des poles de l'horiſon, *Zénith* & *Nadir*, & des poles du monde, *arctique* & *antarctique*. 82.

Des différentes poſitions de la ſphere, & des phénomenes qui en réſultent. 83.

VIII. Operation du Planétaire. 96.

Applications de cette opération. 102.

Mouvement annuel du Soleil. *Ibid.*

Diſtinction à faire entre les ſignes du Zodiaque, & les Conſtellations dont ils portent le nom. 103.

Mouvement diurne du Soleil plus lent que celui des étoiles fixes. 106.

Effet de ce retardement, par rapport à l'aſpect du Ciel étoilé. 107.

Séjour du Soleil plus long dans les ſignes ſeptentrionaux, que dans les ſignes méridionaux. 108.
Meſure du temps, tirée des mouvements du Soleil & de ceux de la Lune. 109.
Diviſion du temps; le jour naturel & aſtronomique. 110.
Temps vrai & temps moyen; différence de l'un à l'autre. 111.
Le jour artificiel ou civil; la nuit, les crépuſcules. 112.
Jours de la ſemaine; origine de leurs noms. 115.
Mois ſolaires; leur nombre, leur durée. 116.
L'année ſolaire, commune & biſſextile. 117.
Réforme du Calendrier, ſous le Pontificat & par les ſoins du Pape Grégoire XIII. 118.
Le cycle ſolaire; méthode pour le trouver. 120.
Lettre dominicale; maniere de la trouver. 121.
Les Saiſons de l'année, la durée de chacune; les différents climats. 123.
IX. Operation du Planétaire. 127.
Applications concernant les différents mouvements de la Lune, & les phénomenes qui en dérivent. 129.
Mois périodique, & mois ſynodique de la Lune. 131.
Phaſes de la Lune. *Ibid.*
Retard de la Lune dans ſon mouvemement diurne. 134.
Jour de la Lune, ou ſa révolution autour de ſon axe. *Ibid.*
Mouvement de libration de la Lune. 135.
Latitude de la Lune; rend les éclipſes plus rares. *Idid.*
Mouvement des nœuds de ſon orbite, contribue encore à rendre les éclipſes moins fréquentes. 136.

Le cycle Lunaire ou le nombre d'or, méthode pour le trouver. *Ibid.*
Les Epactes, maniere de les trouver. 137.
Cauſes des éclipſes en général. 140.
Eclipſes de Lune; comment elles deviennent *partiales*, *centrales*, *totales*, &c. *Ibid.*
Eclipſes de Soleil, & ce qu'elles ont de remarquable. 142.
REFLEXIONS ſur les cauſes des mouvements réels qu'on obſerve dans le Ciel. 147.

XIX. LEÇON.

Sur les propriétés de l'Aimant.

Avant-propos. 160.
Origine, nature, & qualités ſenſibles de l'aimant. 162.
Propriétés de l'aimant; comment on découvre s'il a des poles. 164.
ATTRACTION, premiere propriété de l'aimant. 165.
I. EXP. qui prouve que l'aimant attire le fer. *Ibid.*
II. EXP. qui prouve la même choſe. *Ibid.*
Obſervations ſur l'attraction de l'aimant. 166.
De quel métal il convient de faire les *armures* de la pierre d'aimant. *Ibid.*
Différents degrés de force dans les aimants. 168.
Le fer ſeul attirable par l'aimant. Explication des phénomenes qui ſemblent indiquer le contraire. 172.
Montagnes d'aimant; ce qu'on en doit penſer. 173.
RÉPULSION, ſeconde propriété de l'aimant. 174.
III. EXP. qui prouve que les poles de même nom ſe repouſſent. *Ibid.*

IV. Exp. qui prouve la même choſe. 175.
Obſervations concernant l'action de l'aimant ſur le fer. *Ibid.*
La vertu magnétique agit à travers toutes ſortes de matieres. 176.
Applications curieuſes de cette propriété de l'aimant. 178.
Communication de la vertu magnétique : troiſieme propriété de la pierre d'aimant. 179.
V. Exp. qui prouve que la vertu magnétique ſe communique au fer. *Ibid.*
Obſervations ſur la communication de la vertu magnétique. 180.
La vertu magnétique s'affoiblit ou ſe perd en certains cas. 181.
Diſtinction des aimants, en *généreux* & en *vigoureux*. *Ibid.*
Procédé à obſerver pour communiquer la vertu magnétique. 182.
Aiguilles de bouſſoles ; de quoi il convient qu'on les faſſe. *Ibid.*
Aimants artificiels ; leur hiſtoire, & leurs différentes conſtructions. 183.
Direction, quatrieme propriété de l'aimant. 195.
VI. Exp. qui prouve qu'une aiguille de fer aimantée ſe dirige du Sud au Nord. *Ibid.*
Obſervations ſur la direction de l'aimant. 196.
Invention de la bouſſole. 197.
Deſcription de la bouſſole ou compas de mer. 199.
Bouſſoles portatives, & à cadran. 201.
Perfections à deſirer dans la bouſſole. 202.
Déclinaiſon de l'aiguille aimantée. 203.
Inclinaison de l'aiguille aimantée ; cinquieme propriété de l'aimant. 207.

VII. Exp. qui prouve qu'une aiguille aimantée s'incline vers la Terre. 207.
Obſervations, concernant l'inclinaiſon de l'aiguille aimantée. 208.
Difficulté de conſtruire des aiguilles d'inclinaiſon, qui ſoient comparables entr'elles. 209.
Remede contre l'inclinaiſon des aiguilles. *Ibid.*
Réflexions *ſur les cauſes du magnétiſme.* 211.
VIII. Exp. qui prouve l'exiſtence d'une matiere magnétique. 212.
Réflexions ſur la matiere magnétique. 213.
Qualités de la matiere magnétique. *Ibid.*
Opinions des Phyſiciens ſur la façon d'agir de la matiere magnétique 214.
Difficultés contre ces opinions. 215.
IX. Exp. qui ſemble prouver que la matiere magnétique agit dans une direction perpendiculaire à la ſurface de la Terre. 221.
Réflexions au ſujet de cette expérience. 222.
X. Exp. qui prouve qu'il y a dans le fer, ou qu'on peut aiſément faire prendre à ce métal une diſpoſition par laquelle il devient propre à recevoir la matiere magnétique, & à favoriſer ſon action. 224.
XI. Exp. d'où l'on peut conclure la même choſe. 226.
Réflexions ſur les deux dernieres expériences. 227.
Opinion de M. Dufay au ſujet du magnétiſme. 228.
Opinion de M. de Réaumur ſur le même ſujet. 229.

XX. LEÇON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

Expoſition du ſujet, & ſa diviſion. 234.

I. SECTION,

Sur la nature de la vertu électrique, ſur les moyens de la faire naître, & ſur les ſignes par leſquels elle ſe manifeſte. 239.

Art. I. *Sur la nature de la vertu électrique.* *Ibid.*

L'Électricité, tant naturelle qu'artificielle, eſt l'effet d'une cauſe vraiment méchanique. *Ibid.*

I. Proposition. *L'Electricité eſt l'effet d'une matiere en mouvement autour ou au-dedans du corps qu'on nomme* électriſé. 241.

I. Exp. qui prouve cette propoſition. *Ibid.*

II. Exp. qui prouve la même propoſition. 242.

Réflexions ſur l'exiſtence, & la nature de la matiere électrique. 244.

Cette matiere n'eſt pas celle du corps électriſé. 245.

Ce n'eſt point l'air de l'atmoſphere. 246.

Il y a apparence que c'eſt le feu élémentaire. 247.

II. Prop. *Il eſt très-probable que la matiere électrique eſt la même que celle du feu & de la lumiere.* 248.

III. Exp. qui prouve cette propoſition. *Ibid.*

IV. Exp. qui rend cette propoſition encore plus probable. 250.

V. Exp. qui ajoute une nouvelle preuve. 251.

Réflexions ſur la ſeconde propoſition, *Ibid.*

Analogies du feu élémentaire avec la matiere électrique. 253.

La matiere électrique n'eſt pas le feu élémentaire tout pur. 261.

III. Prop. *Pour l'électricité, comme pour la lumiere, tous les corps ne ſont pas également perméables. Ibid.*

VI. Exp. qui prouve cette propoſition. *Ibid.*

VII. Exp. qui la prouve encore. 262.

VIII. Exp. qui ajoute aux preuves précédentes. 263.

Réflexions au ſujet de la troiſieme propoſition. *Ibid.*

IV. Prop. *L'Electricité ne dilate point les corps, & n'augmente point leurs dimenſions, ou leur volume comme la chaleur.* 264.

IX. Exp. qui prouve cette aſſertion. *Ibid.*

Réflexion ſur cette derniere expérience. 265.

Art. II. *Sur les moyens d'exciter ou de faire naître la vertu électrique.* 267.

La matiere électrique ſans mouvement, n'eſt point l'Electricité. *Ibid.*

Origine du mot *Electricité. Ibid.*

Diverſes façons d'exciter la vertu électrique; le frottement eſt la premiere de toutes. 268.

I. Ppop. *De tous les corps qui ont aſſez de conſiſtance pour être frottés, ou dont les parties ne s'amolliſſent point trop par le frottement, il en eſt peu qui ne s'électriſent quand on les frotte.* 269.

I. Exp. qui prouve cette aſſertion. *Ibid.*

II. Prop. *Un degré de chaleur qui n'eſt pas capable d'amollir les corps, les rend plus propres à s'électriſer par le frottement.* 271.

II. Exp. qui prouve cette aſſertion. *Ibid.*

Obſervations au ſujet de la propoſition précédente. 272

Les métaux ne s'électriſent point par le frottement. *Ibid.*

Toutes ſortes de verres ne s'électriſent pas également bien. 273.

A force d'être frottés, certains verres deviennent plus électriſables. 274.

L'électriſabilité du verre ne tient point à la couleur, ni à la tranſparence, ni à la figure. *Ibid.*

Mais plutôt au degré de dureté & de cuiſſon. *Ibid.*

Grandeur, figure, épaiſſeur du verre. 275.

Maniere de frotter le verre. 278.

Des frottements égaux ne ſuffiſent pas pour électriſer également différents corps. 279.

Choix des matieres qui doivent être employées à frotter les corps électriques. *Ibid.*

Diſtinction à faire entre les animaux & les matieres animales. 281.

Eſprits folets, & autres feux de la même matiere. 282.

Chauffer les corps qu'on veut électriſer par frottement. 284.

La maſſe du Frottoir, plus ou moins grande, n'eſt point une choſe indifférente. 286.

III. Prop. *Les corps qui ne peuvent point s'électriſer par frottement, ou qui ne s'électriſent que foiblement par cette voie, peuvent recevoir la vertu électrique par communication.* 287.

III. Exp. qui prouve cette aſſertion. 289.

Applications de l'expérience précédente. 291.

Conducteurs : de quelles matieres il convient de les faire. *Ibid.*

De quelle grandeur. 292.

De quelle longueur, & dans quelle direction, 294.

Cerf-volant électrique : premier auteur de cette invention. *Ibid.*

De quelle maſſe doit être le conducteur, & de quelle forme. 295.
D'une ſeule piece, ou de pluſieurs miſes bout à bout. 296.
Iſolement des conducteurs. 297.
De quelle matiere on doit faire les ſupports pour iſoler. 298.
Art. III. *Des ſignes par leſquels la vertu électrique ſe manifeſte.* 300.
Signes ordinaires de la vertu électrique. *Ibid.*
Equivoques dans bien des cas. 301.
Proposition. *Un corps que l'on n'a nullement intention d'électriſer, & que l'on regarde communément comme ne l'étant pas, fait quelquefois d'une maniere très-marquée, tout ce qui annonce une forte électricité, attraction, répulſion, attouchements d'émanations inviſibles, aigrettes lumineuſes, étincelles, piqûres, inflammations, &c.* 303.
I. Exp. pour prouver cette aſſertion. *Ibid.*
II. Exp. qui prouve encore la même choſe. 304.
III. Exp. qui ajoute aux deux premieres un nouveau degré d'évidence. *Ibid.*
Réflexions ſur les expériences précédentes. 305.
IV. Exp. nouvelle preuve de la même propoſition. 307.
V. Exp. autre preuve. 311.
VI. Exp. autre preuve. 313.
VII. Exp. autre preuve. 314.
VIII. Exp. autre preuve. 316.
Réflexions ſur toutes ces preuves, & nouvelles conſéquences qu'on en doit tirer. 319.
Deux ſortes de conducteurs, les uns iſolés, les autres non-iſolés. 322.
Carillon électrique; application qu'on en peut faire. *Ibid.*
Electrometres cherchés ſans ſuccès juſqu'à préſent. 323.

Choix des ſupports pour iſoler. 325.
Certains corps plus attirés & repouſſés que d'autres. 326.
Durée de la vertu électrique dans les conducteurs. 327.
Durée de la vertu électrique dans le verre. 329.
Signes d'Electricité dans le vuide. 330.
L'Electricité communiquée ne differe point eſſentiellement de celle qu'on excite par le frottement. *Ibid.*

II. SECTION,

Dans laquelle on expoſe ce que l'expérience a fait connoître de plus certain & de plus propre à nous éclairer ſur la cauſe générale des phénomenes électriques. 332.
I. Prop. *Cette matiere ſubtile qui ſe meut autour & au-dedans des corps électriſés, & que nous nommons* matiere électrique *n'a point un mouvement circulaire ou en forme de Tourbillon, comme quelques Auteurs l'avoient penſé ; mais il paroît qu'elle s'élance en ligne droite, & qu'elle conſerve cette direction autant qu'elle peut.* 334.
Principe de méchanique dont on doit convenir avant que d'entrer en preuves. 335.
I. Exp. & premiere Preuve de la propoſition précédente. 336.
II. Exp. & ſeconde preuve. 337.
III. Exp. & troiſieme preuve. 338.
Obſervations à la ſuite des preuves précédentes. 339.
II. Prop. *La matiere électrique s'élance du corps électriſé, & ſe porte progreſſivement aux environs juſqu'à une certaine diſtance.* 340.
IV. Exp. premiere preuve de la ſeconde propoſition, & de l'exiſtence d'une matiere électrique *effluente.* 341.

V. Exp. ſeconde preuve de la ſeconde propoſition. 342.
VI. Exp. troiſieme preuve de la ſeconde propoſition. 343.
Obſervations ſur les preuves précédentes. 344.
VII. Exp. premiere preuve de la matiere *effluente* excitée par le ſoufre. 346.
VIII. Exp. ſeconde preuve de la matiere *effluente* excitée par le ſoufre. 347.
IX. Exp. troiſieme preuve de la matiere *effluente* excitée par le ſoufre. 348.
X. Exp. quatrieme preuve de la matiere *effluente* excitée par le ſoufre. 349.
Réflexions ſur l'identité des feux électriques produits par le ſoufre & par les matieres réſineuſes, & de ceux qui ſont produits par le verre. 350.
III. Prop. *La matiere qui ſort des corps électriſés, n'occupe qu'une partie des pores de leur ſurface; ceux apparemment qui ſont les plus ouverts, & les plus propres à favoriſer ſes éruptions.* 353.
XI. Exp. qui rend cette propoſition très-probable. *Ibid.*
IV. Prop. *La matiere électrique ſort du corps électriſé en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons divergent beaucoup entr'eux.* 355.
XII. Exp. premiere preuve de la quatrieme propoſition. 356.
XIII. Exp. ſeconde preuve de la même propoſition. 357.
XIV. Exp. troiſieme preuve de la même propoſition. 358.
V. Prop. *Tous les corps qu'on électriſe, ſoit par frottement, ſoit par communication, reçoivent ou de l'air environnant, ou des autres*

corps voiſins une matiere tout-à-fait ſembla-ble à celle qu'ils lancent autour d'eux. 360.
XV. Exp. pour prouver la propoſition précédente, c'eſt-à-dire, l'exiſtence d'une matiere électrique *affluente*. 361.
Réflexions ſur la valeur de cette preuve. 362.
Témoignages des plus habiles Phyſiciens électriſants ſur le fait de la quinzieme expérience. 363.
XVI. Exp. dont toutes les circonſtances prouvent l'exiſtence de la matiere *affluente*. 369.
Obſervations & Réflexions ſur d'autres phénomenes électriques, d'où l'on peut tirer de nouvelles preuves. 371.
VI. Prop. *Tout corps électriſé par frottement, ou tout conducteur iſolé qu'on électriſe, a autour de lui une atmoſphere de ce fluide, qu'on nomme* matiere électrique, *dont les rayons animés d'un mouvement progreſſif, vont en deux ſens oppoſés, les uns partant du corps électriſé pour ſe porter aux environs, les autres venant à lui de l'air, ou des autres corps qui ſont autour de lui.* 374.
XVII. Exp. premiere preuve de la ſixieme propoſition ou de la ſimultanéïte des deux courants de matiere électrique. 375.
XVIII. Exp. ſeconde preuve. 376.
XIX. Exp. troiſieme preuve. 377.
XX. Exp. quatrieme preuve. 378.
XXI. Exp. cinquieme preuve. 379.
XXII. Exp. ſixieme preuve. 382.
Obſervations ſur les preuves précédentes. 383.
Conteſtation ſur la 22e expérience. *Ibid.*
Faits & raiſonnements qui prouvent que le réſultat de cette expérience eſt tel qu'il eſt énoncé à la page 383. 384.
VII. Prop. *La matiere électrique qui ſort d'un*

conducteur iſolé par toutes les parties de ſa ſurface qui n'aboutiſſent point au globe, vient au moins en partie & immédiatement de ce globe, & du corps qui le frotte. 387.
XXIII. Exp. premiere preuve de la propoſition précédente. *Ibid.*
XXIV. Exp. ſeconde preuve. *Ibid.*
XXV. Exp. troiſieme preuve. 388.
Obſervations à la ſuite de ces preuves. 389.
VIII. Prop. *La matiere électrique qui vient de toutes parts au conducteur iſolé, & que j'ai nommée* matiere affluente, *ou* affluences électriques, *ſe rend auſſi en grande partie au globe & au corps qui le frotte, d'où elle paſſe dans l'air environnant, ou dans les autres corps contigus.* 392.
XXVI. Exp. premiere preuve de la 8e propoſition. *Ibid.*
Témoignage autentique du réſultat de la 26e expérience. 393.
Eclairciſſement ſur une difficulté qu'on pourroit faire. 396.
XXVII. Exp. ſeconde preuve de la 8e propoſition. 397.
Obſervations ſur les deux dernieres expériences. 398.
Eclairciſſements pour prévenir quelques objections qu'on pourroit faire. 399.

XXI. LEÇON.

Sur l'Electricité tant naturelle qu'artificielle.

III. SECTION,

Sur la cauſe générale & immédiate des Phénomenes électriques.

Réflexions préliminaires ſur la difficulté d'expliquer la cauſe des phénomenes électriques, à ceux mêmes qui deſirent le plus de la ſavoir. 402.

PROPOSITIONS FONDAMENTALES, *tirées de l'expérience, & à l'aide deſquelles on peut rendre raiſon de tous les phénomenes électriques connus juſqu'à préſent.* 406.

Applications de ces principes pour expliquer les phénomenes de l'Electricité. 409.

Diſtinction des phénomenes électriques en deux claſſes. *Ibid.*

Art. I. *contenant les Phénomenes de la premiere claſſe.* 410.

I. Fait. Un corps électriſé par frottement ou par communication, attire ou repouſſe les corps légers & libres qui ſont dans ſon voiſinage. 412.

Explication de ce fait ; pourquoi les corps ſont attirés. *Ibid.*

Pourquoi ces même corps ſont repouſſés. 414.

II. Fait. Dès que le corps léger qu'on vouloit attirer a touché le corps électrique, ou qu'il s'en eſt ſeulement approché de fort près, quelque petit que ſoit ſon volume, quelque

figure qu'il ait, il s'en écarte infailliblement après. 415.
Explication de ce fait. 416.
III. FAIT. Un corps léger que l'on a électriſé, & que l'on tient ſuſpendu ou flottant en l'air par l'action du corps électrique dont il s'eſt écarté, ne manque pas de revenir à ce même corps, auſſi-tôt qu'il a été touché du doigt, ou de quelqu'autre corps ſemblable & non iſolé. 417.
Explication de ce fait. *Ibid.*
IV. FAIT. Les corps électriſables par communication, mais qui ne ſont point iſolés, attirent les petits corps électriſés qui ſe préſentent à eux; un homme, par exemple, avec le bout de ſon doigt ou un morceau de métal, attire une petite feuille d'or électriſée & flottante en l'air. 418.
Explication de ce fait. *Ibid.*
V. FAIT. Pendant qu'un corps léger pareil à celui du fait précédent, demeure ſuſpendu & flottant en l'air au-deſſus d'un tube de verre électriſé qu'il a touché, ſi on lui préſente un autre tube de verre nouvellement frotté, il s'en écarte comme du premier; il s'approche au contraire d'un bâton de cire d'Eſpagne, d'une boule de ſoufre, &c. qu'on a électriſée. 419.
Explication de ce fait. 420.
VI. FAIT. Un corps électriſé par frottement ou par communication, attire & repouſſe en même temps par le même côté de ſa ſurface pluſieurs corps légers qu'on lui préſente; de ſorte que les uns vont à lui, tandis que les autres s'en écartent. 426.
Explication de ce fait, c'eſt-à-dire, des attractions & répulſions ſimultanées. 426.

VII. Fait. Les attractions & les répulſions électriques, toutes choſes égales d'ailleurs, ſont plus ou moins vives, & s'étendent à des diſtances plus ou moins grandes, ſuivant la nature des ſupports ſur leſquels ſont placés les petits corps qui doivent être attirés & repouſſés. 428.
Explication de ce fait. *Ibid.*
VIII. Fait. Tout ce qu'on veut électriſer par communication, doit être poſé ſur des matieres qui ne s'électriſent bien que par frottement : telles ſont le ſoufre, la cire d'Eſpagne, les réſines, la ſoie, &c. 430.
Explication de ce fait. 431.
Idée de la maniere dont les corps s'électriſent par frottement. 432.
Idée de la maniere dont les corps s'électriſent par communication. 434.
IX. Fait. Dans l'expérience d'Haukesbée, des fils arrêtés au centre d'un globe de verre électriſé, ſe dirigent en forme de rayons qui tendent à l'équateur du globe ; & d'autres fils attachés à un cerceau au-dehors, prennent une tendance convergente au centre de ce même globe. 436.
Explication de ce fait. *Ibid.*
X. Fait. Certains corps ont peine à s'électriſer, les uns par frottement, les autres par communication, tandis que d'autres deviennent fortement électriques de l'une ou de l'autre maniere. 438.
Explication de ce fait. *Ibid.*
XI. Fait. Quoique tout ce qui eſt léger & libre puiſſe être attiré ou repouſſé par un corps actuellement électrique ; il y a pourtant certaines matieres qui obéiſſent plus vivement que d'autres à ces attractions & répulſions. 439.

Explication de ce fait. *Ibid.*
Obſervation importante à ce ſujet. 440.
XII. FAIT. L'Electricité ſe communique preſqu'en un inſtant par une corde de 1200 pieds & plus, à laquelle on fait faire pluſieurs retours; comment ſe peut-il faire que la matiere électrique paſſe ſi promptement d'un bout à l'autre de cette corde, & qu'elle en ſuive ainſi les différentes directions? 442.
Explication de ce fait. *Ibid.*
XIII. FAIT. Une légere humidité nuit à l'Electricité qu'on excite par frottement; & elle eſt favorable, bien loin d'être nuiſible à l'Electricité par communication. 444.
Explication de ce fait. 445.
XIV. FAIT. L'électriſation augmente la tranſpiration des animaux, accélere l'évaporation des liqueurs, & deſſeche les corps ſolides qui ont quelque ſuç ou quelque humidité à perdre. 446.
Explication de ces faits. *Ibid.*
XV. FAIT. On augmente auſſi la tranſpiration des animaux, & l'on fait diminuer le poids des ſubſtances évaporables en les plaçant ſeulement auprès des corps qu'on électriſe. 447.
Explication de ce fait. 448.
XVI. FAIT. Les attractions & les répulſions ne ſont pas auſſi régulieres dans le vuide, que dans l'air libre. 449.
Explication de ce fait. *Ibid.*
ART. II. *Contenant les Phénomenes de la ſeconde claſſe.* 450.
Les Anciens ont preſque totalement ignoré les phénomenes électriques de la ſeconde claſſe. *Ibid.*
Les feux électriques ſont plus propres que les autres phénomenes à nous éclairer ſur la nature &

ſur les cauſes de l'Electricité. 451.

I. Fait. A l'extrémité d'une barre de fer, ou au bout du doigt d'un homme qu'on électriſe fortement & de ſuite, il paroît communément un bouquet ou une aigrette de rayons enflammés qu'on entend bruire ſourdement, & qui fait ſur la peau une impreſſion aſſez ſemblable à celle d'un ſouffle léger. 452.

Explication de ce fait. 453.

Pourquoi ces feux ne produiſent qu'un vent frais. 454.

II. Fait. Lorſqu'on approche de fort près le bout du doigt ou un morceau de métal d'un corps quelconque fortement électriſé, on apperçoit une ou pluſieurs étincelles très-brillantes qui éclatent avec bruit : & ſi ce ſont deux corps vivants que l'on applique à cette épreuve, l'effet dont je parle eſt accompagné d'une piquûre ou d'une commotion qui ſe fait ſentir de part & d'autre. 456.

Explication de ce fait & de ces circonſtances. *Ibid.*

Objection & réponſe. 459.

III. Fait. Les étincelles éclatent quelquefois d'elles-mêmes, ſans être provoquées par un autre corps ; cela n'eſt-il pas contraire aux Explications précédentes ? 460.

Explication de ce fait, & des étincelles ſpontanées. 461.

IV. Fait. Un homme électriſé qui paſſe légérement ſa main ſur une perſonne non-iſolée, vêtue de quelque étoffe où il y ait de l'or ou de l'argent, la fait, étinceler de toutes parts ; non ſeulement elle, mais encore toutes les autres qui ſont habillées de pareilles étoffes & qui ſe touchent ; & ces étincelles ſe font ſentir aux perſonnes ſur qui

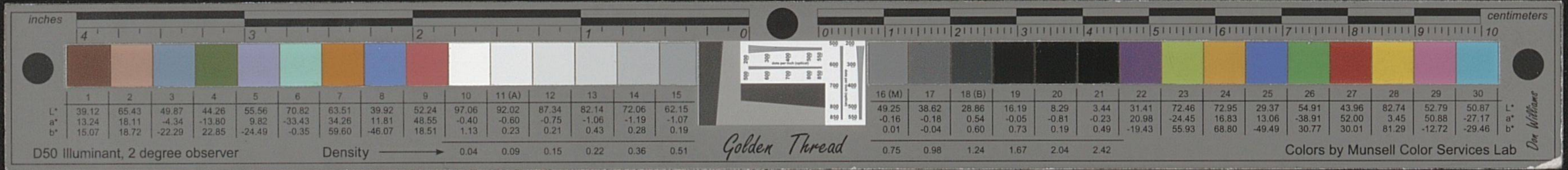
elles paroiſſent, par des picottements qu'elles ont peine à ſouffrir, 463.
Explication de ce fait. *Ibid.*
V. Fait. Une perſonne électriſée, ſur-tout ſi elle l'eſt par le moyen d'un globe de verre, allume avec le bout de ſon doigt de l'eſprit-de-vin légérement chauffé, que lui préſente une autre perſonne non-iſolée. 467
Explication de fait. *Ibid.*
VI. Fait. La commotion dans l'expérience de Leyde. 470.
Explication du fait. *Ibid.*
VII. Fait. Il faut, pour l'expérience de Leyde, que le vaſe qui contient l'eau, ſoit de verre, de porcelaine ou de grais. 475.
Explication de ce fait. 476.
Remarques ſur l'expérience de Leyde. 478.
Conſéquences à tirer de ces remarques. 484.
VIII. Fait. Un globe ou un tube de verre vuide d'air, devient tout lumineux au-dedans quand on le frotte par dehors, & ne donne aucun ſigne d'électricité à ſa ſurface extérieure. *Ibid.*
Explication de ce fait. 485.
Pourquoi certains Barometres ſont lumineux. 486.
IX. Fait. Un globe de verre enduit de cire d'Eſpagne par dedans, & que l'on frotte, après l'avoir purgé d'air, devient lumineux intérieurement ; & l'on apperçoit la main & les doigts de celui qui frotte, nonobſtant l'opacité naturelle de la cire d'Eſpagne. 487.
Explication de ce fait. 488.
X. Fait. Le conducteur électriſé par un globe de verre, lance des aigrettes très-épanouies ; les pointes de métal qu'on y préſente, ne produiſent que des points lumineux. 489.

Circonſtances remarquables de ce fait. *Ibid.*
Explication du même fait. 490.
XI. Fait. Si le couſſin, ou l'homme qui frotte le globe de verre, eſt iſolé, & qu'il ait quelque partie ſaillante ou pointue qui ſe porte dans l'air ; au lieu d'une aigrette, on ne voit à cette pointe qu'un point lumineux. 492.
Obſervation importante ſur ce fait. *Ibid.*
Explication du même fait. 493.
XII. Fait. Quand on électriſe avec le globe de ſoufre un conducteur terminé en pointe; au lieu d'une belle aigrette, on n'apperçoit qu'un point lumineux à l'extrémité la plus reculée du globe. 494.
Explication de ce fait. *id.*
La différence qu'on obſerve entre les feux électriques produits par le ſoufre, & ceux que le verre fait naître, ne ſuffit pas pour établir l'exiſtence de deux Electricités eſſentiellement différentes. 496.
XIII. Fait. Un conducteur iſolé entre deux globes, l'un de verre, l'autre de ſoufre, que l'on électriſe le plus également qu'il eſt poſſible, n'acquiert, dit-on, *aucune* Electricité, ou perd *entiérement* celle qu'il a. 97.
Correctif à mettre dans l'énoncé de ce fait. *Ibd.*
Obſervation importante à faire dans cette expérience. 498.
Explication du XIIIe Fait, réduit à ſa juſte valeur. 499.
Concluſion. 501.

Fin de la Table des Matieres du Tome ſixieme.

LEÇONS
DE
PHYSIQUE

TOM VI


inches
centimeters
D50 Illuminant, 2 degree observer
Density
Golden Thread
Colors by Munsell Color Services Lab
Don Williams